DIE NATURWISSENSCHAFTEN

1. Jahrgang. 17. Oktober 1913. Heft 42.

Beiträge zur Pflanzengeographie und Florengeschichte der Kaukasusländer und Hocharmeniens[1]).

Von Prof. Dr. M. Rikli, Zürich.

Weit größer als in den Alpen sind die klimatischen Gegensätze der Kaukasusländer. Dies hat auch eine entschieden vermehrte Mannigfaltigkeit der Vegetation zur Folge.

Das Rionbecken kann etwa mit der insubrischen Schweiz in Parallele gesetzt werden, nur sind die Niederschläge durchschnittlich noch reichlicher und die sommerlichen wie auch die mittleren Jahrestemperaturen höher. Eine schwüle Treibhausluft ist für die heiße Jahreszeit dieser Gestade bezeichnend. Zu den täglichen Erscheinungen gehören heftige, platzregenartige Niederschläge, doch bringen sie bei der stets mit Feuchtigkeit geschwängerten Luft keine wesentliche Abkühlung. Das sind Verhältnisse, die für ein *Waldland* wie geschaffen sind. Auch heute noch findet man in Abchasien unabsehbare Länderstrecken mit üppigen Urwäldern bedeckt. Mit ihrem Reichtum an Moosen, Farnen und Schlingpflanzen tragen sie ein ganz subtropisches Gepräge.

Im strengsten Gegensatz zu dieser maximalen Entwicklung der Pflanzendecke stehen die Niederungen des Unterlaufs der Wolga und der Kura, sowie die weiten Hochländer von Russisch-Hocharmenien. Sie haben ein ausgesprochen kontinentales, im Sommer trocken-heißes, im Winter empfindlich kaltes Klima. Mit 247 mm jährlichen Niederschlages hat Baku nicht einmal den zehnten Teil der Regenmenge der regenreichsten Orte der Kolchis, doch gibt es im Osten und Süden Stationen, die noch erheblich weniger Regen aufweisen. So hat das von uns besuchte Aralysch auf der Nordseite des Ararat nur 158 mm, Astrachan rund 120 mm und Kulp im oberen Araxestale sogar nur 97 mm. Mit Ausnahme einiger Auenwälder in der nächsten Umgebung der großen Flußläufe fehlt Wald vollständig. Lichte Gehölze verschiedener Tamarisken und von Rutensträuchern *(Calligonum, Ephedra* usw.), sind für die Depressionen mit hohem Grundwasserstand bezeichnend, Salzausblühungen keine Seltenheit. In Barrancos trifft man gelegentlich vereinzelt knorrige Bäumchen, ihre Blätter sind meist dicht-filzig, wie etwa bei *Pirus salicifolius L.*, oder auch in etwas vermindertem Maß bei *Crataegus orientalis L.* Bei den wenigen Sträuchern neigen die Äste zur Dornbildung; oft legen sie sich spalierartig dem Boden an, nur selten vermögen sich diese Krüppelsträucher mehr als 2 Fuß über ihre Umgebung zu erheben. Sonst ist das Land völlig baumlos. Unabsehbare *Steppen* mit ihrer bunten, nur zu rasch vergänglichen Pflanzenwelt bedecken das weite Land in mehr oder weniger offener Vergesellschaftung. Stellenweise nimmt dasselbe den Charakter von *Steppenwüsten* an, die gelegentlich, wie in einzelnen Teilen der öden Muganssteppe, von *eigentlichen Wüsten* kaum zu unterscheiden sind.

Subtropische Regenwälder und *Halbwüsten*, das sind mithin die beiden extremsten Pflanzengesellschaften der Kaukasusländer. Zwischen diese beiden Endglieder sind aber eine Reihe der verschiedenartigsten Vegetationsbilder einzuschalten. Es sei nur erinnert an *die submediterrane Šibljakformation* von Noworossiisk, an die herrlichen *kaukasischen Bergwälder* aus Nordmannstannen und orientalischen Fichten im mittleren Klytschtal, an die trockenen *Waldföhrenbestände* auf alten Lavaströmen bei Borshom, an die märchenhaft üppigen *Hochstaudenfluren*, ferner an die saftigen, farbenprächtigen *Alpenmatten*. Bei Sarepta am Wolgaknie haben wir Bekanntschaft gemacht mit den östlichsten, pontischen *Grasssteppeninseln*, mit der einförmigen *Artemisiasteppe* und mit *Salzmorästen* von durchaus aralo-kaspischem Typus. In Russisch-Hocharmenien lernten wir *xerophil-rupestre Hochsteppen* mit ganz iranischem Florenbestande kennen.

Schon aus diesen wenigen Andeutungen ergibt sich, daß die Kaukasusländer *pflanzengeographisch keinen einheitlichen Charakter* tragen, daß es vielmehr *Grenz-* und *Mischungsgebiete* sind, woselbst sich recht verschiedenartige Floren treffen. Höchstens die *Hochlagen der Gebirge* können mit einer gewissen Berechtigung Anspruch erheben auf *ein spezifisch-kaukasisches Gepräge;* doch gilt dies fast nur für den eigentlichen Kaukasus und für die Grenzgebiete Transkaukasiens gegen das Lasistan, indessen die südlichen und östlichen Ketten und Gebirgsstöcke, selbst in ihren Hochlagen, eine Flora aufweisen, die in der Hauptsache *als alpine Variante der umgebenden Steppen* zu deuten ist.

Wer auch immer die mitteleuropäischen Alpenländer besucht, dem wird sich sofort die Unterscheidung zweier Floren aufdrängen; *die eurasische Wald-* und *die Alpenflora*. Das geschulte Auge des Pflanzengeographen bemerkt allerdings noch zahlreiche *Einstrahlungen*, die er, je nach ihrem Ausgangspunkt als *mediterran, pontisch, atlantisch* oder gar als *altafrikanisch* bezeichnet. Doch diese fremden Florenelemente sind relativ nur in geringer Zahl vorhanden, sie treten mehr vereinzelt auf und schließen sich kaum zu eigenen Formationen zusammen, sondern bilden mehr oder weniger integrierende Bestandteile *eurasisch-silvestrer Vergesellschaftungen*. Immerhin vermögen sie doch zuweilen der Flora ein ganz spezifisches *Lokalgepräge* zu geben, das dem einigermaßen aufmerk-

[1]) Autoreferat eines Vortrages, gehalten in Frauenfeld am 10. September, in der 2. Hauptsitzung der 96. Jahresversammlung der schweiz. Naturforschenden Gesellschaft.

samen Beobachter kaum entgehen wird, das aber den gesamten Vegetationscharakter doch nie wesentlich zu verändern vermag.

Anders in den Kaukasusländern. Wer zum erstenmal, sei es auch nur flüchtig, den Kaukasus und Hocharmenien bereist, der wird mit *fünf recht verschiedenen Floren*, mit fast vollständig verändertem Artbestand Bekanntschaft machen. Es sind:

1. *Die Waldflora.* Sie erreicht ihre Hauptentwicklung im westlichen Transkaukasien, zwischen dem Südabfall des Kaukasus und dem pontischen Gebirge. Im Osten bilden die Meskischen Berge, die Wasserscheide zwischen Rion und Kura, die Grenze. Ein zweites Waldgebiet umfaßt die Landschaften am Südufer der Kaspisee: Talysch, Gilan, Massanderan; ein beachtenswerter Unterschied dieses Waldgebietes gegenüber der Kolchis ist das vollständige Fehlen zapfentragender Nadelhölzer, und von den sechs Wacholderarten der Kaukasusländer sind nur *Juniperus communis L.* und *J. Sabina L.* vorhanden. Merkwürdigerweise fehlen hier auch die baumförmigen *Rhododendren* und der *Pfeifenstrauch (Philadelphus coronarius L.).*

2. *Die Hochgebirgsflora.* Infolge der Zerstückelung der kaukasischen Gebirgswelt in eine Reihe mehr oder weniger selbständiger Ketten, Gebirgsstöcke oder dem Hochlande aufgesetzter, einzelner, riesenhafter erloschener Vulkane, muß man, wie *J. S. Medwedew* gezeigt hat, *sechs verschiedene Zentren alpiner Pflanzenwelt unterscheiden*, nämlich neben der kaukasischen Hauptkette noch fünf kleinere, getrennte Kolonien in Transkaukasien und dem angrenzenden Hocharmenien. Sehr eng begrenzt sind die Oreophytenbezirke des Talysch und des Ararat. Jedes dieser Gebiete hat seine Eigentümlichkeiten.

3. *Die pontische Niederungssteppenflora.* Sie umfaßt den größten Teil Ciskaukasiens, besonders das Schwarzerde- und Lößgebiet. Herrschend sind *Grassteppen* und die aus thermophilen, winterkahlen Gebüschen bestehende *Šibljakformation*, welche in offener Vergesellschaftung besonders die Hügelländer besetzt hält. Als Leitpflanze dieser auch in Transkaukasien wiederkehrenden Vegetationsbilder kann der gemeine Stechdorn *(Paliurus aculeatus L.)* gelten.

4. *Die xerophil-rupestren Hochsteppen* von Hocharmenien und des Karabagh, mit ihren Dorn- und Rutensträuchern und vielen sehr aberranten Pflanzentypen. Es ist das Reich der Tragante *(Astragalus)* und der stacheligen *Acantholimon-Arten.*

5. *Die Halbwüsten und Wüstengebiete* der westlichen Uferlandschaften des Kaspischen Meeres und des untersten Kuratales. Der Pflanzenwuchs ist sehr spärlich; vielfach enthalten die Landschaften auch durch das massenhafte Auftreten von *Chenopodiaceen*, insbesondere von *Salsolaceen* ein sehr einförmiges Aussehen.

Aus der Fülle des während einer zehnwöchentlichen Reise (im Sommer 1912) Gesehenen, wurden zunächst einige eingehende ökologisch-pflanzengeographische Schilderungen besonders interessanter Vegetationsbilder gegeben. Sie sollten als Grundlage dienen zu einer Analyse der Wald- und Hochgebirgsflora nach ihren Florenelementen, einer Analyse, die gleichzeitig einige Anhaltspunkte zur Florengeschichte dieser Länder verschaffen konnte.

Von den *Vegetationsbildern* sollen hier nur vier mit wenigen Worten charakterisiert werden:

1. *Der kolchische Niederungswald um Gagry.* — Der kolchische Urwald der unteren Stufe, bis etwa 400 m Meereshöhe, ist *ein außerordentlich reichhaltiger Mischwald*, der fast nur aus Laubhölzern besteht. Reichlich vertreten sind Eichen, Ahornarten, Ulmen, Eschen, Buchen, Elsbeerbäume, ganz besonders aber Linden. Auch der Buchs ist sehr häufig, er bildet meistens Unterholz, kommt aber auch in Baumform vor und bringt es zu einer Stammhöhe von 13 m. Aber auch unter dem Strauchwerk begegnet man manchem Bekannten aus der fernen Heimat.

Die häufigsten und tonangebendsten Arten sind mithin diejenigen des mitteleuropäischen Waldes und doch machen diese Wälder in mancher Hinsicht einen ganz fremdartigen Eindruck. Dies ist zum Teil ihrer *geradezu fabelhaften Üppigkeit* zuzuschreiben. Zudem sind Stämme und Astwerk der Jahrhunderte alten Waldriesen mit einem dichten, *schwellenden Moosmantel* bedeckt, in dem sich ganze Regimenter von Farnen, ja selbst Blütenpflanzen und Sämlinge von Holzgewächsen als Epiphyten angesiedelt haben.

Im Unterschied zu unseren Wäldern spielen im Unterholz eine Reihe *immergrüner Arten* eine wichtige Rolle. Neben *Stechpalme* und *Buchs* bildet der *Kirschlorbeer (Prunus Laurocerasus L.)* ausgedehnte, vielfach beinahe undurchdringliche Dickichte, dazu kommen baumförmige *Rhododendren.* Das immergrüne *Rhododendron ponticum L.* sucht die schattigen Stellen des Waldes auf und wird bis 8 m hoch, es entwickelt im Mai blauviolette Blütensträuße, indessen das gelbblütige, sommergrüne *Rh. flavum Don* sich mehr an die Lichtungen hält.

Neben diesen, unseren Wäldern fremden Bestandteilen, ist das Auftreten *einer Reihe südlicher Sträucher*, die immerhin noch die Südschweiz, ja zum Teil sogar die nordalpine See- und Föhnzone erreichen, von besonderem Interesse. Hieher: der *Feigenbaum*, die *Hopfenbuche (Ostrya carpinifolia Scop.)*, der *Zürgelbaum (Celtis australis L.)*, die *Dattelpflaume (Diospyros Lotus L.)*, der *Perückenbaum (Cotinus)* usw.

Doch damit noch nicht genug. Vom pflanzengeographischen Standpunkt aus verdienen einige Arten, *die nach Osten weisen*, ganz besonders hervorgehoben zu werden. So der in unseren Gärten viel gehaltene *Pfeifenstrauch (Philadelphus coronarius L.)* und *Siegesbeckia orientalis (L.) Desv.*, eine Komposite, die auch den Wäldern Japans angehört. *Aver laetum C. A. Mey.* gewissermaßen eine primitive Form unseres Spitzahorns, erstreckt sein Areal nach Osten bis ins östliche Himalaya und ins Yünnan. Zu dieser Gruppe gehört auch, um nur noch zwei besonders auffällige Gestalten

wenigstens kurz zu erwähnen, die Juglandacee *Pterocarya caucasia C. A. Mey.* und die Ulmacee *Zelkowa crenata (Desf.) Spach.* Auch die baumförmigen *Rhododendren* sind dieser Kategorie von Pflanzen zuzuzählen.

Nichts trägt aber so sehr zum abweichenden Charakter des kolchischen Urwaldes gegenüber unseren einheimischen Wäldern bei, als das massenhafte Auftreten einer ungewöhnlich großen Zahl von *Kletter-* und *Schlingpflanzen*, die vielfach siegreich bis in die obersten Wipfel der Bäume vorstoßen. Neben unseren Arten, die aber ein bescheidenes Dasein fristen, sind es unserer Flora fremde Gewächse. Der im westlichen Transkaukasien und im Talysch heimische *kolchische Efeu (Hedera colchica C. Koch)* legt sich mit seinen zahlreichen Adventivwurzeln aufs innigste an sein Opfer. Der Haupttrieb erreicht Schenkeldicke und die dichte Blattfülle umhüllt den Träger in einer Breite von 8—12 Fuß. Aber noch mehr wird wohl die *wilde Weinrebe (Vitis vinifera L.)* unsere Bewunderung erregen. Obwohl von Nordpersien bis Griechenland verbreitet, fühlt sie sich doch nirgends so heimisch wie in den kolchischen Waldtälern. Ihre Stämme bringen es bis zu einer Dicke von 45 cm. Das Blattwerk ist tief gelappt, die Früchte klein und sauer. Mit ihren dicht verflochtenen Netzen überspannt sie ganze Kronen und läßt alsdann ihre langen Triebe graziös aus dem Gezweig herunterfallen. Endlich sei noch ein echtes Kind der Kolchis, die *kaukasische Yamswurzel (Dioscorea caucasica Lipsky)* erwähnt, eine endemische Liane von ganz tropischer Verwandtschaft. Um Gagry am Ufer des Pontus ist sie nicht selten. In ihrer Erscheinung erinnert sie sehr an unsere *Tamus communis L.*, zumal in männlichen Stöcken. Die weiblichen Exemplare erzeugen aber statt Beeren dreiflügelige, trockene Früchte mit flugfähigen Samen.

Ursprüngliche, durchaus urwaldartige Wälderbilder sind an uns vorbeigezogen. Die Großblätterigkeit, der Reichtum an epiphytischen Moosen, Farnen und Schlingpflanzen, das Auftreten immergrüner Arten im Unterholz, die überaus große Feuchtigkeit sind wesentliche Unterschiede gegenüber unseren mitteleuropäischen Waldungen und *erinnern einigermaßen an subtropische Regenwälder.*

2. *Die Hochstaudenfluren.* — Eine große Anzahl von *Riesenkräutern*, den verschiedensten Familien angehörend, vielfach mannshoch und darüber, bedecken ganze Mulden und weite Strecken der Gebirgsabhänge auf der Südseite des westlichen Kaukasus mit einer unvergleichlichen Blütenpracht. Was strotzende Üppigkeit, ungeahnte Formenmannigfaltigkeit und blendende, geradezu verführerische Farbenwirkungen anbetrifft, kennt unsere Flora nicht ihresgleichen. *In dieser verschwenderischen Pracht verschwinden vielfach Roß und Reiter.* Für diese Vergesellschaftung haben *E. Levier* und *St. Sommier* ganz treffend den Namen *„Mammutflora"* geprägt. *Levier* schreibt: „Ce fut pour nous un travail de pionniers que de nous frayer un chemin à travers cette végétation qui semblait anti-*diluvianne* et où nous disparaissions comme les hommes de Liliput." Diese lebensvollen Ausführungen, geschrieben unter dem Eindruck der ersten Begeisterung, können wir nur bestätigen. Auch uns kamen diese einzigartigen Vegetationsbilder vor wie eine Erinnerung an eine frühere, längst der Vergangenheit angehörige Zeitepoche. Auf all meinen vielen Reisen habe ich nichts gesehen, das den kaukasischen Hochstaudenfluren an die Seite gestellt werden könnte, sie bilden eine wunderbar abgetönte, herrliche Farbensymphonie, die mit ihrem bestrickenden Zauber Herz und Gemüt erfrischt, und die in ihrer vollen Pracht gesehen zu haben, allein schon eine Reise nach dem fernen Kaukasus wert ist. Es würde zu weit führen, einzelne Arten, meistens kaukasische Endemismen, aufzuführen, doch auf die Vergänglichkeit dieser Flora wird noch hingewiesen werden. Nach den ersten Herbstfrösten stirbt jedes Jahr die ganze Herrlichkeit bis auf den Grund ab, um nach der langen Winterruhe, gleichsam explosionsartig, neuerdings aus dem Boden emporzuschießen. In wenigen Wochen sind ihre Tage schon wieder gezählt.

3. *Die Alpenmatten.* — Während in den Alpen die Flora Mitte Juni bis Anfang Juli ihre schönsten Reize entfaltet, gelangt sie im westlichen Kaukasus *erst reichlich zwei Monate später zum Gipfelpunkt ihrer jährlichen Periodizität.* Unser schwefelgelbes Windröschen *(Anemone sulphurea L.)* steht im Alpengebiet vielfach schon Ende Mai in voller Anthese, am Kluchor haben wir die kaukasische Rasse *(var. aurea)* am 10. August in Vollblüte angetroffen. Im hohen Kaukasus sieht man noch zu einer Zeit alles grünen und blühen, wo bei uns das meiste schon abgeblüht ist, und nur noch Nachzügler auf dem Plane stehen. Man wird wohl nicht fehl gehen, wenn man *die gewaltigen Niederschläge und die ungewöhnlich große Feuchtigkeit der Luft* für diesen auffallenden Unterschied verantwortlich macht. Auf der trockenen Nordseite war die Vegetation ungleich weiter vorgeschritten. Bekannt ist, daß Trockenheit die Blütenbildung beschleunigt, Feuchtigkeit sie dagegen verzögert. Es sei nur an die frühe Entwicklung der Flora trockener Kalkgebiete und an die verspätete Sumpfflora erinnert.

Noch in einer anderen Richtung wirkt das extrem feuchtozeanische Klima in Verbindung mit der großen Steilheit der Gehänge auf die Pflanzenwelt ein, es trägt zur *Verwischung der Höhenunterschiede* bei. Etwas Ähnliches zeigen beispielsweise auch die Tessiner Alpen, wo einerseits mit 1750 m die Buche höher ansteigt als sonstwo in der Schweiz und anderseits bei Vira Alpenrosen den Spiegel des Langen Sees (ca. 200 m) schmücken. *Doch viel auffälliger sind die extremen Höhengrenzen vieler Arten im westlichen Kaukasus.* Bei Gagry trafen wir die Buche, schöne Hochwälder bildend, in nächster Nähe des Meeres; als Gebüsch tritt sie noch bei 2250 m an der Baumgrenze auf. *Rhododendron ponticum L.*, das schon im Tiefland als Unterholz die Buchenwälder schmückt, wird im Bergwald bis über 1500 m angetroffen, *Rh. flavum*

Don sogar bis 2100 m. Die Stechpalme sahen wir noch bei 1900 m, den Kirschlorbeer sogar bis 2150 Meter. Diese Fälle stehen nicht vereinzelt da; ebenso könnten zahlreiche Beispiele echter Alpenpflanzen mit ungewöhnlich tiefen Standorten aufgeführt werden.

Eine Folge solch extremer Höhengrenzen ist die *wenig scharfe Scheidung der Laub- und Nadelhölzer.* Von einem eigentlichen Nadelholzgürtel kann man im westlichen Kaukasus kaum sprechen. In der Höhenlage von 1300—1750 m besteht der Gebirgswald allerdings hauptsächlich aus edlen *Nordmannstannen (Abies Nordmanniana Stev.)* und *orientalischen Fichten (Picea orientalis Carr.),* doch sind diesen Koniferen in mehr oder weniger großer Zahl immer Laubhölzer, besonders Buchen, eingesprengt. An der, je nach den Gebirgsabschnitten zwischen 1800—2500 m wechselnden *Baumgrenze* herrschen wiederum hauptsächlich Laubbäume, besonders *Birke, Fagus orientalis Lipsky, Sorbus aucuparia, Wildbirne* und *Acer Trautvetteri Medw.*

Über dem Nacharlager im oberen Klytschtal trafen wir üppige *subalpine und alpine Matten.* Mitte August, zur Zeit unseres Besuches, standen sie in voller Anthese. Darüber waren wir uns alle einig, daß eine solche Blütenfülle in den Alpen zu den seltenen Ausnahmen gehört und nur auf ganz eng begrenztem Raume angetroffen wird. Sowohl hinsichtlich der Artenzahl, als auch in bezug auf das kräftige Wachstum und die ungeahnte Farbenpracht verdienen die Alpenmatten des westlichen Kaukasus unbedingt den Vorrang. Von 2100 bis 2650 m erfolgte der Aufstieg zum Kluchorpaß durch wahre Blumengärten, die in allen Abstufungen der gesamten Farbenskala prunkten. In den tieferen frisch- bis feuchthumösen Lagen erreicht die Vegetationsdecke eine Höhe von 30—90 cm; weiter oben wurde sie allmählich kurzrasig und hatte sie nur noch 20—5 cm. Vorherrschend sind saftige Kräuter; Gräser treten stark zurück.

Obwohl eine ziemliche Anzahl *alpiner Oreophyten* vorkommen, so überwiegen doch die uns fremden Florenbestandteile, sowohl nach ihrer Individuen-, als ganz besonders nach ihrer Artenzahl. Die Vertreter der Pflanzenwelt unserer Alpen sind *hier gewissermaßen nur geduldete Gäste.* Mit den einheimischen Kindern des Kaukasus können sie in bezug auf Üppigkeit, Formenreichtum und Farbenpracht es nicht aufnehmen. Mit diesen wenigen, allgemein orientierenden Bemerkungen müssen wir uns begnügen, für eine auch nur einigermaßen vollständige Aufzählung mit kurzer Charakterisierung der einzelnen Spezies nach ihrer Erscheinung und Ökologie fehlt hier der Raum und eine trockene Artenliste würde uns nichts sagen[1]).

[1]) Interessenten seien verwiesen auf: *M. Rikli* und *E. Rübel, Vegetationsbilder aus dem westlichen Kaukasus* in *G. Karsten* und *H. Schencks* Vegetationsbilder, Reihe XI, Heft 6/7 (1913), Jena, G. Fischer, und auf das im Druck befindliche Buch: *M. Rikli, Natur- und Kulturbilder aus den Kaukasusländern* von Teilnehmern der schweiz. naturwissenschaftlichen Studienreise, mit 64 Tafeln, ca. 280 S., Orell Füßli, Zürich (erscheint auf Weihnachten 1913).

4. *Die Gebirgsflora des Großen Ararat.* Obwohl der 5160 m hohe Ararat in seinen höheren Lagen mit Schnee und Eis bedeckt ist, kommt es auf demselben doch *kaum zur Ausbildung spezifisch alpiner Formationen.* Vollständig vereinsamt erhebt sich sein Hochalpengebiet aus dem armenischen Hochlande, mitten aus einer äußerst trockenen Landschaft. Neben den durchaus ungenügenden Niederschlägen, der Trockenheit der Luft und der intensiven Besonnung kommt noch die poröse Gesteinsbeschaffenheit hinzu. So sickert das spärliche Wasser sofort in die Tiefe, daher enthalten die oberflächlichen Erdschichten im Spätsommer kaum Spuren von Wasser. So bleibt sich der Vegetationscharakter durch alle Höhenlagen in den Hauptzügen gleich: Kahlheit, fast völliges Fehlen von Baumwuchs, meist mehr oder weniger offene Bewachsung des Bodens, Vorherrschen von Dornsträuchern, Rutenpflanzen, Filzgewächsen, Xerogramineen und Therophyten sind bezeichnend. Das Hauptkontingent der Flora stellen *Steppenpflanzen,* deren Heimat im östlichen Vorderasien, besonders im iranischen Hochlande zu suchen ist. Das Felsenmeer des dunklen vulkanischen Gesteins beherbergt, selbst in den Hochlagen, eine *fast ausschließlich xerophile Vegetation.*

Trotz der südlichen Lage und der Trockenheit des Klimas ist der Ararat, wie *J. S. Medwedew* 1907 zuerst hervorgehoben hat, einer der südlichsten Punkte der Gebirgsreihe Vorderasiens, auf dem sich noch die *Wirkung des Eiszeitklimas bemerkbar gemacht hat.* Als Zeugen für diese Tatsachen kann das Vorhandensein von etwa fünfzig weitverbreiteten *Glazialpflanzen* in Anspruch genommen werden, so z. B. *Cerastium cerastioides (L.) Britton, Sibbaldia, Erigeron alpinus L.* und *E. uniflorus L., Oxyria digynia (L.) Hill, Saxifraga sibirica L. usw.* Manche dieser Arten habe ich im Sommer 1908 auch in Dänisch-Nordwest-Grönland gesammelt. — Eine Folge der Isoliertheit der alpinen Stufe des Ararat ist auch das Auftreten einer größeren Anzahl engbegrenzter, zum großen Teil nur diesem erloschenen Vulkankegel und zwar ausschließlich dessen höheren Gebirgslagen angehörender *Endemismen.* Bezeichnend ist, daß von den vierzehn Endemiten elf wiederum von nordischen Typen abzuleiten sind. Nur drei Astragalusarten sind als oreophyte Abkömmlinge zentralasiatischer Formen abzuleiten.

Versuchen wir noch kurz die Wald- und Oreophytenflora der Kaukasusländer nach ihrer Herkunft und möglichen Wanderungsbahnen zu erörtern.

a) *Waldflora.* — Die kolchischen Niederungswälder bestehen *aus zwei ganz verschiedenen Bestandteilen.* Neben unseren mitteleuropäischen Waldbäumen und Waldpflanzen, die in denselben Typen oder doch in nahe verwandten Arten auftreten, begegnen uns auch zahlreiche Gestalten, die auf den fernen Osten weisen. Es sind zumeist Gattungen und Sippen, die der Pflanzenwelt Mitteleuropas völlig fehlen. Ihr derzeitiges, öfter zerrissenes Areal, ihre nahe Verwandtschaft mit subtropischen Arten, die Tatsache, daß einzelne dieser

Gewächse in Ostasien in einer größeren Anzahl von Arten auftreten, in der Kolchis aber ihre letzten, weit nach Westen vorgeschobenen Vorposten haben, verleiht diesem Florenbestandteil *ein altertümliches Gepräge* und *spricht für eine langandauernde ungestörte Florenentwicklung der Ostpontis.* Diese Auffassung wird weiter dadurch bestärkt, daß einzelne dieser Arten — es sei nur an *Rhododendron ponticum L.* erinnert — im südalpinen und mediterranen Tertiär mehrfach nachgewiesen worden sind. Außer an der östlichen Uferlandschaft am Schwarzen Meer ist diese Art heute nur noch aus der feuchten südatlantischen Provinz der iberischen Halbinsel bekannt. Das Massenzentrum der *baumförmigen Rhododendren* gehört bekanntlich dem östlichen Himalaya und dem Yünnan an. So trägt *Rhododendron ponticum L.* einen ausgesprochenen Reliktencharakter. Dasselbe gilt von *Dioscorea caucasica Lipsky*, von *Philadelphus coronarius L.; Andrachne colchica Fisch. et Mey., Pterocarya, Zelkowa* und anderen wichtigen Bestandteilen beziehungsweise Begleitpflanzen der kolchischen Urwälder. Auch die Buche des Kaukasus *(Fagus orientalis Lipsky) steht*, wie bereits *Köhne* betont, der japanischen *F. Sieboldi Endl.* entschieden näher als unserer europäischen Art. Diese Elemente des kolchischen Waldes sind größtenteils *Reste einer alten, mehr hygrophytischen Mediterranflora*, sie versetzen uns in die Interglazialzeiten und in die ausgehende Tertiärzeit Mitteleuropas, in eine Zeit, wo der Wald auch bei uns eine ähnliche Zusammensetzung gehabt hat. Schon 1891 schrieb *R. v. Wettstein:* „Es kann keinem Zweifel mehr unterliegen, daß in interglazialer Zeit die Flora der Gebirge des nördlichen Tirol und wahrscheinlich eines großen Teils der Alpen überhaupt dieselbe Zusammensetzung besaß, wie gegenwärtig die Flora der östlichen Umgebung des Schwarzen Meeres." Unter Berücksichtigung dieser Forschungsergebnisse wird die *Wanderung durch den kolchischen Urwald zu einer pflanzengeschichtlichen Reminiszenz.*

Die nordischen und mitteleuropäischen Bestandteile der kolchischen Wälder sind dagegen wohl erst *postglazial* eingewandert und somit gewissermaßen als *moderne Zutaten* anzusprechen. Noch zur Eiszeit waren die pontisch-aralokaspischen Niederungen mit Meer bedeckt, so daß die *Einwanderung der nordasiatischen Waldflora* in den Kaukasus erst später erfolgen konnte. Die *Waldungen Ciskaukasiens* dagegen haben ein völlig nordisches Gepräge; tertiäre Elemente fehlen nahezu ganz. Vielfach sind Waldföhre, Birke, Zitterpappel tonangebend. Nur in der Ostpontis zeigen die Wälder den oben geschilderten, ausgesprochenen *Mischcharakter* einer spättertiären *beziehungsweise interglazialen Reliktenflora*, durchsetzt und zum Teil verdrängt von *einer rezenten, aus dem Norden eingewanderten Waldflora.*

b) *Oreophytenflora.* — Wer zum ersten Male aus eigener Anschauung — und sei es auch nur flüchtig — einen Einblick in *die kaukasische Alpenflora* gewonnen hat, dem drängt sich sofort der *Vergleich mit der Pflanzenwelt unserer Alpen* auf. Er wird erstaunt sein zu sehen, daß viele der häufigsten und bezeichnendsten Alpenpflanzen fehlen, so z. B. die beiden Alpenrosen, das Edelweiß, die Grünerle, das stengellose Leimkraut *(Silene acaulis L.)*, der Gletscherranunkel *(Ranunculus glacialis L.)*, mehrere Steinbreche wie *Saxifraga aizoides L., S. oppositifolia L., S. stellaris L.;* ferner unsere großblumigen Alpenenzianen *(Gentiana Clusii Perr. et Song.* und *G. Kochiana Perr. et Song.)*, ebenso mit Ausnahme von *Primula farinosa L.* alle alpinen Primeln und viele andere mehr. Auch sind die Gattungen *Carex, Festuca, Salix, Arabis, Hieracium* usw. im kaukasischen Hochgebirge viel spärlicher vorhanden als bei uns.

Doch dieser Ausfall wird reichlich ersetzt durch viele den Alpen fremde Arten. In der subalpinen Stufe fällt, besonders im Westen, die stattliche Zahl üppiger Hochstauden auf. Nur ganz wenige sind auch in den Alpen vorhanden. Eine ganze Reihe von Gattungen, die der alpinen Stufe Europas fehlen, haben im kaukasischen Hochgebirge ihre Vertreter, so beispielsweise die Genera *Fritillaria, Muscari, Carum, Nonnea* usw. Noch größer ist die Zahl der Alpenpflanzen aus Gattungen, die in den mitteleuropäischen Alpen, ja meistens in ganz Europa nicht vorkommen. Es sei nur erinnert an *Puschkinia* unter den Liliaceen, an *Pseudovesicaria* unter den Cruciferen; bei den Umbelliferen trifft dies für die Genera *Chamaesciadium* und *Zozima* zu, bei den Borragineen für *Arnebia* und *Omphalodes;* die Scrophulariaceen figurieren mit Rhynchocorys, die Campanulaceen mit *Podanthum* usw. Ferner gibt es eine ganze Anzahl von Gattungen, die erheblich artenreicher sind als in den Alpen, so *Alopecurus, Papaver, Astragalus, Euphorbia, Hypericum, Campanula, Centaurea, Cirsium* usw. All dies wirkt zusammen, um der kaukasischen Flora einen gegenüber unserer alpinen Pflanzenwelt recht veränderten Charakter und den *Stempel großer Selbständigkeit* zu verleihen.

Für die Sonderstellung der kaukasischen Alpenflora sprechen auch noch folgende Tatsachen, auf die bereits *A. Engler* (Berlin) aufmerksam gemacht hat. Nur 38 % ihrer Arten hat die Oreophytenflora des hohen Kaukasus mit derjenigen der benachbarten Gebirge gemeinsam; in den Bergen Griechenlands sind es 46 %, in Rumelien gar 66 %. — *Endemismen* zählte das Gebirge nach *A. Englers* 1879 veröffentlichter Zusammenstellung 29 %. Seither sind aber noch sehr viele neue Arten beschrieben worden, so daß wir wohl nicht zu hoch greifen, wenn wir heute 35 % annehmen. Das ist gegenüber 15,4 % in den Alpen mehr als das Doppelte. Der Rest von 27 % dürften in der Hauptsache weit verbreitete *Glazialpflanzen* oder ins Gebirge eingewanderte *Steppenelemente* sein.

Als *alpin-altaische Gewächse* bezeichnet man Arten, welche außer im Alpensystem auch noch im Ural und Altai, zum Teil auch in der Arktis auftreten. Kürzlich hat *A. Engler* eine 47 solcher Arten umfassende Liste veröffentlicht, die aber alle im Kaukasus nicht vorkommen. Mit Recht hebt der hervorragende Pflanzengeograph hervor, daß diese Tatsache von großer Bedeutung für die Erkenntnis

der Wege ist, welche die Glazialpflanzen während der Eiszeit und nach dieser auf ihren Wanderungen von den subarktischen Gebirgen Asiens nach den Alpen genommen haben. *Obwohl der Kaukasus dem Altai und dem Ural näher liegt als den Karpathen und Alpen, so ist doch die Wanderung der Glazialpflanzen dem weiteren Weg, der Südgrenze des Polareises gefolgt.*

Ganz fehlt übrigens dieses Element dem Kaukasus nicht, es sei nur *Vaccinium uliginosum L.* erwähnt. Die Rauschbeere ist übrigens nicht spezifisch arktisch-alpin, sondern als Moor- und Waldmoorpflanze durch das submontane Mitteleuropa und durch Nord- und Mittelrußland verbreitet. Es ist daher wohl denkbar, daß diese Spezies vom Norden mit der Waldflora in den Kaukasus gelangt ist. Ihr seltenes Vorkommen im kaukasischen Hochgebirge läßt auch an zufällige Verschleppung durch Vögel denken. *Anemone narcissiflora L.* und *Aster alpinus L.* sind zwei Glazialpflanzen, die wohl von Osten her in den Kaukasus gelangt sind.

Der Kaukasus hat auch einige *arktische* und *arktisch-alpine Arten, wie Poa alpina L., Dryas octopetala L., Thalictrum alpinum L., Gnaphalium supinum L.* usw., ferner *Saxifraga flagellaris Willd. em.* und *S. sibirica L.* Die beiden letzten Arten fehlen im Alpensystem. Durch ihre Gesamtverbreitung und die Verbreitung der nächststehenden Arten kann eine Einwanderung aus Osten, aus den Gebirgen Zentral- und Hochasiens, mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden. Auch *Thalictrum alpinum L.* dürfte auf diesem Wege in den Kaukasus gelangt sein.

Wenn einst die Pflanzenwelt des Tiantschan und des nordpersischen Randgebirges besser bekannt sein wird, dann dürfte sich für die Geschichte der kaukasischen Alpenflora diese östliche Einwanderungslinie gewiß wichtiger erweisen, als man bisher angenommen hat. Immerhin darf ein Moment nicht vergessen werden: *Die lang andauernde Bedeckung der aralokaspischen Senke durch ein gewaltiges Binnenmeer.* Damals muß das Klima der südlichen Randgebirge Turkestans milder und vor allem feuchter gewesen sein als heutzutage. Einen Anhaltspunkt für die in jenen Gegenden herrschenden Verhältnisse kann die Flora des Talysch geben. Unter solchen Bedingungen mußte in den Gebirgen eine Wanderung alpiner Arten des Altaisystems und des südlichen Hochasiens nach Westen erheblich leichter erfolgt sein, als dies jetzt der Fall ist. Mit dem Verschwinden des großen zentralasiatischen Binnenmeeres wurde das Klima trockener und extremer. Viele glaziale Arten mögen alsdann der fortschreitenden Versteppung der höheren Gebirgsteile zum Opfer gefallen sein.

Eine ähnliche Lücke in der Erkenntnis der Pflanzenwelt besteht leider auch im Westen, indem die Erforschung der Flora des pontischen Gebirgszuges im Norden von Kleinasien immer noch recht mangelhaft ist. Manches deutet jedoch darauf hin, daß auch auf dieser Linie ein recht erheblicher Florenaustausch zwischen dem Kaukasus und den Gebirgen Südosteuropas, und damit indirekt auch mit dem Alpensystem erfolgt sein muß. Darüber nur wenige Andeutungen. Einzelne Bestandteile der ostpontischen Hochstaudenfluren, wie *Telekia speciosa Baumg., Doronicum macrophyllum Fisch., Senecio Othonnae M. Bieb.* usw. sind auch im Balkan vorhanden. Den Kirschlorbeer *(Prunus Laurocerasus L.)* trifft man als Unterholz in den Wäldern Ostrumeliens, Südostserbiens, Thraziens und Griechenlands. *L. Adamović* faßt sie für die Balkanländer als Tertiärrelikt auf. In den Wäldern trifft man die kolchischen Holzpflanzen *Celtis caucasica Willd., Carpinus orientalis Mill.* und *Corylus Colurna L.*, und auch mehrere im Kaukasus besonders stark entwickelte Gattungen sind bereits im Balkan in einer größeren Anzahl von zum Teil nahe verwandten Arten vertreten.

Doch vergessen wir neben all diesen Fremdlingen die eigentlichen Kinder des hohen Kaukasus nicht. Unbedeutende Abarten weitverbreiteter Spezies spielen nur eine untergeordnete Rolle. So ist *Aconitum Lycoctonum L. var. orientale Regel* eine weißlich blühende Abart unserer Wolfswurz. *Anemone narcissiflora L.* tritt neben dem Typus auch in der goldgelbblütigen Abart *chrysantha F. et C. A. Mey auf.* Diese Beispiele lassen sich mit Leichtigkeit vermehren. Das sind jedoch alles verhältnismäßig kleine Abweichungen, die auf eine *rezente Entstehungsgeschichte* hinweisen.

Viele kaukasische Endemismen, es sind gerade die schönsten, glanzvollsten und auffallendsten Gestalten, zeigen dagegen *Merkmale einer alten Flora*, wie systematisch mehr oder weniger isolierte Stellung, geringe Variabilität, relative oder absolut kleine Verbreitungsareale, weit entfernt von denen der nächststehenden Arten. Wir verzichten hier auf Erörterung spezieller Fälle, es liegt dies außerhalb des Rahmens dieses Referates. Bis in das Tertiär hinein müssen diese alten Elemente der oreophyten Kaukasusflora zurückreichen. Sie lehren, daß offenbar schon vor der Eiszeit der hohe Kaukasus eine reiche Flora besaß, die bei der nicht zu starken allgemeinen Vergletscherung dieses Gebirges in den Nachbargebieten ihr zusagende Standorte fand, wo sie die ungünstige Zeitepoche überdauerte, um am Schuß der Glazialperiode wiederum, und durch neue Arten verstärkt, in die Hochlagen der Hauptkette einzuwandern.

Wir sind am Schluß. Wenn auch viele Einzelheiten der Florengeschichte der Kaukasusländer immer noch im dunklen liegen und gewisse Auffassungen der Revision bedürfen, so kann man heute doch schon so viel sagen, daß die Florengeschichte dieser Länder, obwohl in manchen Punkten *recht abweichend von derjenigen unserer Alpen*, doch kaum weniger verwickelt ist, daß aber der *einheitliche Charakter* der Pflanzenwelt der höheren Lagen des westlichen Kaukasus, ebensowenig wie in den Alpen, *der Ausdruck* gleichartigen Ursprungs, sondern derjenige *der vereinheitlichenden Ausgleichsarbeit der daselbst herrschenden Lebensbedingungen ist.*

Aus der Automobil-Technik.

2. *Die Vergaser.*

Von Dr. H. Arnold, Berlin.

Von den zahlreichen Aufgaben, welche den Automobilbau und den damit eng verknüpften Flugmotorenbau andauernd beschäftigen, ist das Vergaserproblem vielleicht dasjenige, an dessen Lösung man am längsten arbeitet und von dessen einwandfreier, wissenschaftlicher Klärung man nichtsdestoweniger heute noch recht weit entfernt ist. Das klingt fast unglaublich, wenn man sich die große Entwicklung, die wirtschaftliche Bedeutung und die technischen Leistungen der heutigen Automobile vor Augen hält, wird aber sofort einleuchten, wenn man von Leuten, die mit Automobilmotoren viel zu tun haben, hört, wie geradezu launenhaft sich ein solcher Motor verhalten kann, wie selten es vorkommt, daß zwei Motoren einer großen Serie, die ganz genau gleich gearbeitet worden sind, sich hinterher im Betriebe als gleich erweisen, usw. An all diesem ist, man kann fast sagen, ausnahmslos der Vergaser schuld.

Die nachstehenden Zeilen haben den Zweck, den Lesern dieser Zeitschrift einen gedrängten, leicht verständlichen Überblick über den heutigen Stand des Vergaserproblems zu geben. Dazu ist vor allem erforderlich, sich zu vergegenwärtigen, daß der heutige Automobilmotor nach dem sogenannten Viertaktverfahren arbeitet und als Betriebsstoff ein Gemisch aus Luft und Dämpfen eines flüssigen Brennstoffes (Benzin oder Benzol, seltener Spiritus) verwendet, welches in dem Vergaser fertig erzeugt werden und dessen Mischungsverhältnis (Verhältnis von Brennstoff zu Luft nach dem Gewicht) sich innerhalb bestimmter, ziemlich enger Grenzen halten muß, damit es überhaupt im Motorzylinder entzündet werden kann. Jedes Arbeitsspiel des Motors umfaßt vier Hübe (Takte) des Kolbens: Beim ersten Takt saugt der Kolben, gewöhnlich abwärts laufend, den Zylinder mit brennbarem Gemisch voll, dann schließt sich das Einströmventil, der Kolben kehrt um und verdichtet im zweiten Takt die vorher angesaugte Ladung auf etwa $^1/_5$ des früheren Rauminhaltes. Am Ende dieses Hubes wird die Ladung durch den an der Zündkerze überspringenden elektrischen Funken entzündet, es tritt eine plötzliche Drucksteigerung auf ungefähr 25 Atmosphären ein, und der Kolben wird mit großer Kraft abwärts getrieben. Er vollführt hierbei im dritten Takt denjenigen Hub, bei welchem er Nutzarbeit leistet. Die heißen Brenngase hinter dem Kolben expandieren bis annähernd auf ½ Atmosphäre Überdruck und werden, nachdem sich das Auspuffventil geöffnet hat, bei Umkehr des Kolbens im vierten Takt ausgeschoben, worauf wieder das Ansaugen beginnt. Aus der geschilderten Arbeitsweise des Automobilmotors ergibt sich, daß das Ansaugen des frischen Gemisches immer nur mit Unterbrechungen, stoßweise, stattfinden kann. Diese Stöße folgen um so schneller aufeinander, je mehr Zylinder an einen gemeinschaftlichen Vergaser angeschlossen sind, bleiben aber, wie tatsächlich ausgeführte Messungen beweisen, auch bei sehr hohen Umdrehungszahlen fühlbar. Unter Umständen treten infolge dieser Stöße auch noch Resonanzerscheinungen auf, welche die Wirkung der Stöße zeitweilig verstärken.

Für den heutigen Vergaser, der zumeist als sogenannter Spritzvergaser nach der Erfindung des bekannten Oberingenieurs *Maybach* der Daimler-Motoren-Gesellschaft konstruiert ist, sind diese Verhältnisse von großer Bedeutung. Die allgemeine Anordnung eines Spritzvergasers erkennt man aus Fig. 1. Aus einem explosionssicheren Behälter *a*, der entweder, wie dargestellt, höher liegt als der Vergaser oder durch einen Abzweig der Auspuffleitung des Motors unter einen gewissen Überdruck

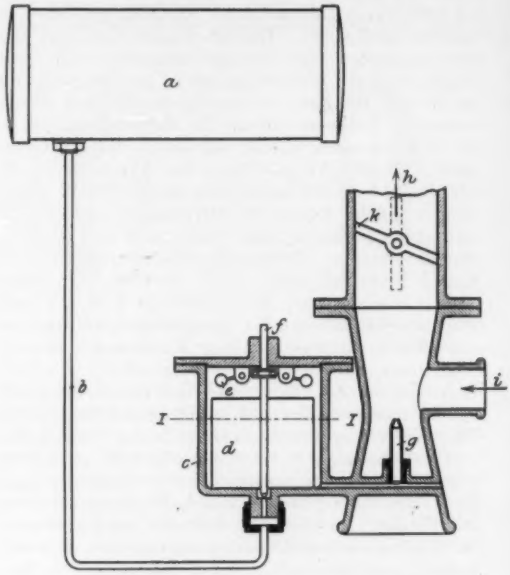

Fig. 1. Anordnung eines Spritzvergasers.

gesetzt wird, fließt der Brennstoff durch eine Leitung *b* in den Behälter *c*. Ist dieser bis zu einer bestimmten Höhe mit Brennstoff gefüllt, so hebt sich der hohle Blechschwimmer *d*, stößt an die kugeligen Gegengewichte *e* und schiebt die Ventilnadel *f* derart nach unten, daß sie mit ihrer unteren, eingeschliffenen Spitze den weiteren Zufluß von Brennstoff verhindert. Bei geringem Sinken des Brennstoffspiegels öffnet die Nadel die Zuflußleitung ganz selbsttätig wieder, und auf diese Weise wird erreicht, daß der Brennstoffspiegel in dem Behälter *c* unter allen Umständen auf einer gewünschten Höhe *I—I* erhalten bleibt.

Mit dem Behälter *c* steht nun durch eine Bohrung die rohrförmige Spritzdüse *g* in Verbindung. In dieser steigt der Brennstoff nach dem bekannten Gesetz von den kommunizierenden Gefäßen ebenfalls bis zur Höhe *I—I*, und zwar wird diese Höhe durch Auf- oder Niederschrauben der Nadel *f* in dem Schwimmer *d* immer so festgelegt, daß der Brennstoff nicht über den Rand der Düse *g* laufen

kann, sondern sich um einige Millimeter tiefer einstellt. Der Raum über der Düse *g* heißt Mischraum des Vergasers und ist bei *h* an den Motor angeschlossen. Sobald der Motor den Saughub vollführt (1. Takt), entsteht in dem Mischraum ein gewisser Unterdruck, und der überwiegende äußere Luftdruck treibt durch die Öffnung *i* Frischluft in den Mischraum. Zugleich spritzt auch aus der Düse *g* Brennstoff heraus, da auf den Spiegel im Schwimmerbehälter *c* der volle äußere Luftdruck wirkt. Dieser Brennstoff wird durch die Düse zerstäubt und verdampft in der vorüberstreichenden Frischluft, wodurch das fertige Gemisch gebildet wird.

Es ergibt sich hieraus, daß die von dem Motorkolben ausgeführte Saugwirkung bei der Bildung des brennbaren Gemisches im Vergaser eine hervorragende Rolle spielt. Das ist es aber auch, was alle Schwierigkeiten des Vergaserbetriebes mit sich bringt, denn alle Schwankungen in der Saugwirkung des Motors bedingen notwendigerweise auch Änderungen im Vergaserbetrieb. Im Ruhezustande, d. h. bei stillstehendem Motor, herrscht in dem Mischraum über der Vergaserdüse der Außendruck. Je schneller der Motor läuft, desto größer ist die Luftmenge, welche durch die Öffnung *i* nachströmen muß, desto größer ist also auch der Unterdruck in dem Mischraum. Neben der Umdrehungszahl des Motors beeinflußt aber auch die in der Saugleitung *h* eingebaute Regulierklappe *k* den Unterdruck im Mischraum. Ist diese nämlich beinahe geschlossen, so stellt sich in dem Mischraum nicht der Unterdruck ein, welcher der augenblicklichen Umdrehungszahl des Motors entspricht, sondern ein viel kleinerer Unterdruck, weil durch die geringe Klappenöffnung nur wenig Luft nachströmen kann.

Umdrehungszahl und erforderliche Leistung schwanken nun bei einem Automobilmotor wegen der wechselnden Anforderungen des Wagenbetriebes sehr häufig. Daraus folgt, daß auch der Unterdruck im Mischraum des Vergasers andauernden Schwankungen unterworfen ist; dazu kommen noch jene periodisch wiederkehrenden Schwankungen, welche von dem erwähnten absatzweisen Ansaugen des Motors herrühren, gegebenenfalls verstärkt durch etwaige Resonanzwirkungen, sodaß man von einem Vergaserbetrieb unter auch nur annähernd gleichförmig bleibenden Druckverhältnissen gar nicht reden kann.

Der Einfluß, den diese andauernden Druckschwankungen auf den Vergaserbetrieb ausüben, war sehr lange wissenschaftlich ungeklärt. Man hatte wohl bald nach der Erfindung der ersten Spritzvergaser beobachtet, daß diese Einrichtungen bei höheren Umdrehungszahlen des Motors immer brennstoffreichere Gemische lieferten, und eine der wichtigsten Verbesserungen, die den damaligen Spritzvergaser eigentlich erst lebensfähig machte, bestand gemäß der Erfindung des Hauptmanns *Krebs* aus dem Jahre 1902 darin, dem von dem Vergaser gelieferten Gemisch mit steigender Umdrehungszahl des Motors immer größere Mengen sogenannter Nebenluft beizufügen, um seinen zu großen Brennstoffreichtum wieder auszugleichen. Einen der ersten Vergaser dieser Bauart, der von der Société des anciens Etablissements *Panhard & Levassor*, Paris, hergestellt wurde, zeigt die Fig. 2 im Schnitt. Solange der Motor langsam läuft, saugt er in den Mischraum *a* nur über die Düse *b* Frischluft an, die sich mit dem aus der Düse *c* spritzenden Brennstoffe mischt. Wird dagegen der Regulierschieber *g* weiter geöffnet und läuft infolgedessen der Motor schneller, so wird wegen des steigenden Unterdruckes im Mischraum *a* der Kolben *f* niedergedrückt, dessen Außenseite unter dem Einfluß des äußeren Luftdruckes und dessen Innenseite unter dem Einfluß einer Feder steht. Je tiefer dieser Kolben niedergeht, je stärker also der Unterdruck im Mischraum, um so weiter öffnet dann der mit dem Kolben *f* verbundene Rundschieber *e* die Schlitze *d*, um so größere Luftmengen strömen also nach, um das sonst zu reich an Brennstoff werdende Gemisch wieder auf das erforderliche Maß zu verdünnen.

Es leuchtet ein, daß dieses Zusetzen von verdünnender Nebenluft in bestimmter Gesetzmäßig-

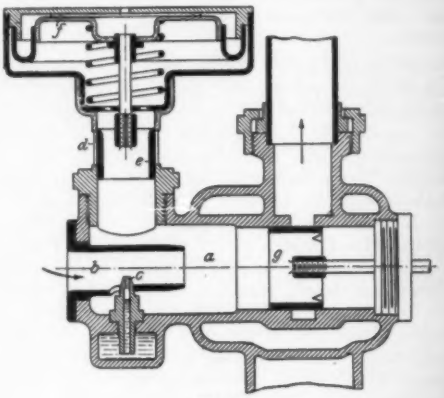

Fig. 2.

keit erfolgen muß, wenn der Brennstoffgehalt des fertigen Gemisches bei allen vorkommenden Schwankungen des Unterdruckes im Vergaser gleich bleiben soll. *Krebs* hat wohl auch versucht, hierfür eine Art Theorie aufzustellen, die aber nichts weiter ist als eine rein empirische Regel. Wirkliche Aufklärung haben dagegen erst in neuerer Zeit Laboratoriumsversuche, insbesondere von Dr.-Ing. *Rummel* gebracht, bei denen sich ergeben hat, daß der von *Krebs* und von vielen anderen beobachtete Fehler des einfachen Spritzvergasers durch die mit verändertem Unterdruck veränderten Bewegungsverhältnisse des Brennstoffes und der Luft bedingt wird. Die Geschwindigkeiten nämlich, mit welchen Brennstoff und Luft in den Mischraum einströmen, verändern sich bei zunehmenden Unterdrücken im Vergaser nach verschiedenen Gesetzen, und infolgedessen mischen sich auch diese beiden Stoffe in immer verschiedenem Verhältnis.

Für die gebräuchliche Brennstoffdüse eines Spritzvergasers, deren Längsschnitt Fig. 3 zeigt, und deren Mundstück einen sehr engen Kanal von

verhältnismäßig großer Länge l im Vergleich zu der 1 bis 2 mm betragenden Weite d aufweist, ergibt sich nach den erwähnten Versuchen, daß die in der Zeiteinheit ausströmenden Brennstoffmengen B mit zunehmendem Unterdruck H nach einem Gesetz von der allgemeinen Form

$$c_1 B^2 + c_2 B = H$$

zunehmen, und nicht nach dem von der einfachen Lehre der Hydrostatik her bekannten Gesetz

$$\frac{c^2}{2g} B_1^2 = H; \qquad B_1 = c\sqrt{2gH}.$$

c, c_1 und c_2 sind hierin Konstante, g die bekannte Erdbeschleunigung.

Trägt man die sich aus obigen Gleichungen ergebenden Werte von B und B_1 in Fig. 4 in einem

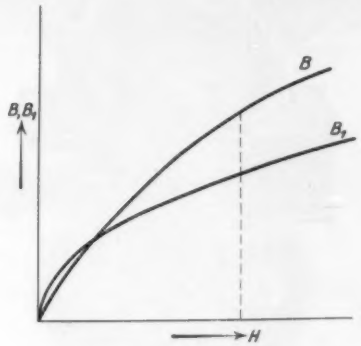

Fig. 4. Ausflußgesetz gewöhnlicher Vergaserdüsen.

Koordinatensystem derart ein, daß die Unterdrücke H als Abszissen, die Brennstoffmengen B und B_1 als Ordinaten erscheinen, so liegen alle Werte von B_1 auf einer Parabel, alle Werte B dagegen auf einer anderen Kurve zweiten Grades, die im allgemeinen höher liegt, derart, daß bei den meisten vorkommenden Werten von H die Menge B größer ist als die Menge B_1.

Im Gegensatze hierzu steigt die Luftmenge L, welche mit zunehmendem Unterdruck H in den Vergaser nachströmt, stets nach einem Gesetz von der allgemeinen Form

$$\frac{a^2}{2g} L^2 = H; \qquad L = a\sqrt{2gH},$$

also nach einer reinen Parabel, wenn man eine ähnliche Darstellung wählt wie in Fig. 4. Aus dieser Verschiedenheit der Strömungsgesetze folgt ohne weiteres die Erklärung für das fehlerhafte Verhalten der einfachen Spritzvergaser. Da B_1 zumeist kleiner ist als B und das Verhältnis $\frac{B_1}{L} = \frac{c}{a}$ konstant bleibt, so muß das Mischungsverhältnis $\frac{B}{L}$ mit wachsendem Unterdruck stetig zunehmen, also das Gemisch immer reicher an Brennstoff werden.

Ist die Erklärung für diesen Fehler gefunden, so ist es verhältnismäßig leicht, den Fehler ganz zu beseitigen, ohne daß es solcher Hilfsmittel, wie sie von *Krebs* angegeben und bis in die neueste Zeit bei allen Vergaserkonstruktionen in ähnlicher Weise benutzt worden sind, bedarf. Man braucht nämlich nur die Konstruktion der Düse so zu wählen, daß ihr Ausflußgesetz die Form $B = c\sqrt{2gH}$ erhält. Dann ist bei allen vorkommenden Unterdrücken das Mischungsverhältnis $\frac{B}{L} = \frac{c}{a}$ konstant und von den Schwankungen des Unterdruckes vollkommen unabhängig. Die Konstruktion einer Spritzdüse, welche diesen Anforderungen entspricht, zeigt Fig. 5. Sie kennzeichnet sich dadurch, daß sie keinen langen, engen Kanal, sondern nur eine scharfkantig begrenzte Mündung aufweist und daß bei ihr infolgedessen alle jene inneren

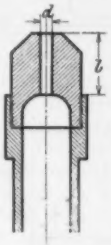

Fig. 3. Gebräuchliche Spritzdüse.

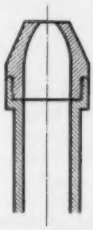

Fig. 5. Verbesserte Spritzdüse für Vergaser.

Reibungswiderstände fortfallen, welche bei der Düse gemäß Fig. 3 den Ausfluß nach den Gesetzen der klassischen Hydraulik stören. Für den Ausfluß von Brennstoff aus einer Düse nach Fig. 5 gilt somit die für die Öffnung in einer dünnen Wand geltende Regel.

Mit dem Vorstehenden ist eigentlich das, was man an theoretischer Klärung der Vergaservorgänge bis heute erreicht hat, als ziemlich erschöpft anzusehen. Es reicht leider bei weitem nicht aus, um das Vergaserproblem restlos zu lösen, denn noch sind eine ganze Reihe von Einflüssen unaufgeklärt, die bei der Vergasung ebenfalls eine große Rolle spielen. Vielfach begegnet man sogar noch der Ansicht, daß die weiter oben behandelten Druckschwankungen im Mischraum des Vergasers gar nicht von entscheidender Bedeutung sind, daß vielmehr der ganze Spritzvergaser als eine Art Ejektor (Strahlapparat) anzusehen sei, bei welchem die Strömungsenergie des angesaugten, mit großer Geschwindigkeit an der Mündung der Düse vorbeistreichenden Luftstromes die Menge des mitgerissenen Brennstoffes bestimmt. Soweit theoretische Grundlagen für die Beurteilung der Vorgänge in Ejektoren vorhanden sind, stehen diese allerdings mit der erwähnten Anschauung im Widerspruch. Das schließt freilich nicht aus, daß entweder neue Ejektortheorien gefunden werden könnten, die diesen Widerspruch beseitigen, oder daß zum mindesten Vorgänge dieser Art für das Verhalten der Vergaser im praktischen Betrieb in hohem Grade mitbestimmend sind.

Was sonst an Verbesserungen des ursprünglichen einfachen Spritzvergasers vorliegt, ist in der Hauptsache das Ergebnis praktischer Erfahrungen, wofür sich wissenschaftlich begründete Regeln nicht aufstellen lassen. Sehr bezeichnend sind hierfür die Einrichtungen, die man bei Spritzvergasern angebracht hat, um das Ankurbeln des Motors zu erleichtern und den geräuschlosen Leerlauf des Motors mit möglichst kleiner Umdrehungszahl zu erzielen. Damit nämlich ein Vergaser richtig arbeitet, darf der Unterdruck an der Brennstoffdüse nicht unter eine bestimmte Grenze sinken, denn zur Erzielung einer schnellen Verdampfung ist erforderlich, daß der Brennstoff aus der Düse herausspritzt und nicht etwa nur über den Rand

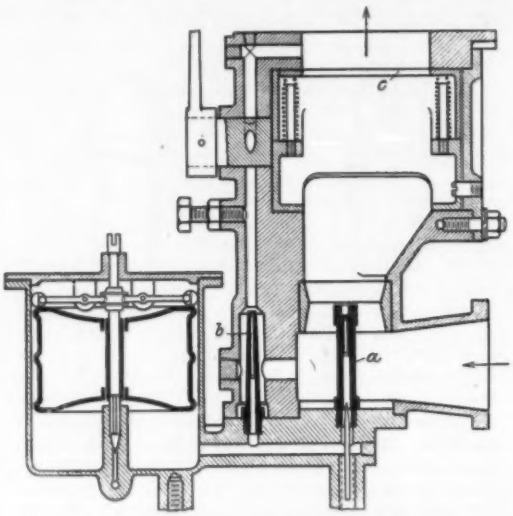

Fig. 6. Zweidüsen-Vergaser der Daimler Company in Coventry.

der Düsenmündung herunterläuft. Welches diese Grenze des Unterdruckes ist, hat man noch nicht festgestellt. Es ist aber gelungen, diese Grenze sehr weit dadurch herunterzudrücken, daß man beim Ankurbeln und beim langsamen Leerlauf an Stelle der Hauptdüse eine Hilfsdüse in Tätigkeit setzt, während die Hauptdüse abgeschaltet bleibt.

Fig. 6 zeigt eine kennzeichnende Vergaserkonstruktion dieser Art, die von der Daimler Company in Coventry herrührt. Die Richtungen der Luftzuströmung und der Gemischabsaugung sind durch Pfeile gekennzeichnet. Der Mischraum enthält die Hauptdüse *a* und in einer besonderen Ausnehmung des Vergaserkörpers sitzt die Hilfsdüse *b*, welche aus der gleichen Brennstoffleitung gespeist wird wie die Hauptdüse. Beim Ankurbeln und beim Leerlauf des Motors ist der drehbare Schieber *c* geschlossen. Dadurch wird der Raum über der Hauptdüse von dem Motor vollständig abgetrennt, dagegen wird über einen seitlichen Umleitkanal und eine Bohrung in der Spindel des Schiebers *c* die Hilfsdüse mit der Saugleitung in Verbindung gesetzt. Infolgedessen stellt sich über der Hilfsdüse ein für die richtige Vergasung ausreichender Unterdruck auch dann noch ein, wenn die Umdrehungszahl des Motors sehr niedrig ist. Natürlich muß die Hilfsdüse von der Saugleitung getrennt werden, sobald die Hauptdüse in Wirkung tritt, doch wird diese Vorschrift bei vielen Vergaserkonstruktionen nicht berücksichtigt.

Das mit der Hilfsdüse angestrebte Ziel kann man ohne Benutzung einer Hilfsdüse, allerdings in nicht so vollkommener Weise erreichen, wenn man dafür sorgt, daß an der Hauptdüse beim Ankurbeln und beim Leerlauf des Motors ein genügend großer

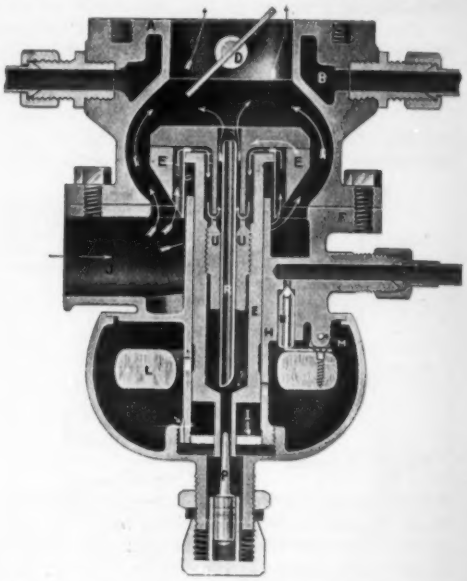

Fig. 7. Vergaser der Deutschen Stewart-Vergaser-Gesellschaft, Hannover.

Unterdruck vorhanden ist. Eine Konstruktion dieser Art zeigt der Vergaser der Deutschen Stewart-Vergaser-Gesellschaft, Hannover, in Fig. 7. Der Schwimmbehälter *K* ist hier konzentrisch zur Achse des ganzen Vergasergehäuses *A* angeordnet, damit sich bei Schwankungen des Vergasers die Höhenlage des Brennstoffes in dem Düsenraume nicht ändert. Der Schwimmer *L* besteht hier aus einem präparierten Korkring, welcher bei *M* drehbar ist und beim Erreichen der Höchstlage mittels des Nadelventiles *N* die Brennstoffzuleitung absperrt. Aus dem Schwimmergehäuse *K* fließt der Brennstoff durch Löcher *O* an der Ventilnadel *P* vorbei in das Innere *G* des Düsenrohres *E*, welches in einem Rohre *H* senkrecht beweglich und mit einer schweren Kappe versehen ist. In dieser sitzt ein langes, dünnes Rohr *R*, welches so tief hinabreicht, daß es ständig in den Brennstoffvorrat bei *G* eintaucht.

Ist die auf einer Achse *D* drehbare Regulierklappe *C* ganz weit geöffnet und der Motor im

vollen Betriebe, so hebt der Unterdruck, welchen der Motor in der Saugleitung erzeugt, den ganzen Körper *E* so hoch, daß die bei *J* zuströmende Frischluft außen vorbeistreichen kann. Der Brennstoff steigt dabei in dem Rohre *R* empor, da auf den Brennstoffspiegel im Schwimmerbehälter der Außenluftdruck wirkt, und mischt sich in der erforderlichen Weise mit der Frischluft. Beim Ankurbeln und bei Leerlauf des Motors geht hingegen außen an der Kappe *E* keine Luft vorbei, da der geringe Unterdruck nicht genügt, um diesen Teil von dem Gehäuseteil *F* abzuheben. Dagegen streicht die Luft durch die viel engeren Kanäle *T* und *U* und erzeugt an der oberen Mündung des Rohres *R* einen solchen Unterdruck, daß die Vergasung auch bei niedriger Umdrehungszahl aufrechterhalten bleibt. De sich bei tiefster Stellung der Kappe *E* auch der freie Durchflußquerschnitt an der Nadel *P* verkleinert, so kann in den Düsenraum *G* nur eine beschränkte Brennstoffmenge nachfließen. Der

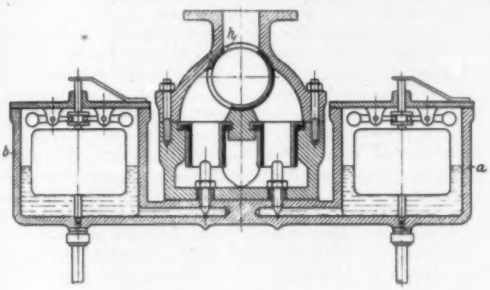

Fig. 8. Doppelvergaser.

Mantel *B* wird an den Kühler oder die Auspuffleitung angeschlossen und dient dazu, das fertige Gemisch zu erwärmen und die Verdampfung des Brennstoffes zu beschleunigen.

Die Verbesserungen, die man bei den Vergasern angebracht hat, um mit Rücksicht auf den hohen Preis von leicht verdampfbarem Benzin auch schwerer flüchtige Rohöldestillate und insbesondere Benzol für den Betrieb von Motorwagen benutzen zu können, beschränken sich im wesentlichen auf die Heizung ähnlich wie bei dem vorstehend beschriebenen Vergaser sowie auf Änderungen in Luftzuführung, entsprechend dem höheren Luftgehalt, den das fertige Gemisch haben muß. Auch hier wird der Fortschritt äußerst mühsam erkämpft, da man systematische Versuche der hohen Kosten wegen scheut und sich auf das Ausprobieren von Neukonstruktionen auf dem Versuchsstand beschränkt. Da jeder Automobilmotor, wenn er einmal warm geworden ist, sogar auch mit Petroleum ganz gut läuft, so könnte man insbesondere für Lastwagen- und Bootsmotoren recht gut die sogenannten Doppelvergaser anwenden, die sich in früheren Jahren, als man noch ernsthaft an die Zukunft des Spiritusbetriebes glaubte, gut bewährt haben. Ein solcher Doppelvergaser besteht nach Fig. 8 aus zwei getrennten Vergasern, deren Schwimmergehäuse *a* und *b* an Behälter mit Benzin und Petroleum angeschlossen sind und deren Spritzdüsen je nach der Einstellung des Schiebers *h* abwechselnd zur Wirkung gelangen. Beim Ankurbeln und beim Leerlauf läßt man die Benzindüse arbeiten, während der Hauptzeit der Fahrt dagegen kann die Petroleum- oder Benzoldüse benutzt werden. Der Verbrauch an Benzin wird hierbei so eingeschränkt, daß der Benzinpreis kaum eine Rolle spielt.

Das immer notwendiger werdende Bestreben, dem Automobilbetrieb billigere, schwerer verdampfende Brennstoffe dienstbar zu machen, lenkt unwillkürlich unsere Aufmerksamkeit auf die Frage, welche Zukunft wohl unseren heutigen Vergasern bevorstehen mag. Obgleich derartige Ausblicke in die Zukunft wegen der sprunghaften Entwicklung unserer Technik immer etwas Gewagtes an sich haben, kann man doch schon heute sagen, daß das allgemeine Streben daraufhin abzielt, den heutigen Vergaser grundsätzlich aufzugeben und das ganze Arbeitsverfahren des Automobilmotors abzuändern. Wenn es gelingt, Vorrichtungen zu finden, die es gestatten, den Brennstoff unmittelbar in den Motorzylinder einzuspritzen, so sind nicht allein alle heutigen Vergaserschwierigkeiten beseitigt, weil die Verdampfung dann im Innern des heißen Zylinders erfolgt und das Mischungsverhältnis durch genaues Zumessen der eingespritzten Brennstoffmenge bestimmt werden kann, sondern man ist auch in der Lage, Brennstoffe zu verwenden, die außerhalb des Motorzylinders überhaupt nicht verdampft werden können, z. B. schwere Teeröle usw. Vorläufig ist man von diesem Ziele allerdings noch sehr weit entfernt, denn gewöhnliche Kolbenpumpen u. dergl. sind zur Einführung der außerordentlich kleinen Brennstoffmengen, die bei Automobilmotoren in Frage kommen, nicht geeignet.

Die 23. Jahresversammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft.

Von Hanns v. Lengerken, Berlin.

Der diesjährige Kongreß der deutschen Zoologen in Bremen wurde durch eine Ansprache von Professor *Korschelt* eröffnet. Professor *Schauinsland* begrüßte die Versammlung im Namen des Bürgermeisters und der Stadt Bremen und gab zugleich einen kurzen Abriß der Entwicklungsgeschichte des Städtischen Museums und der naturwissenschaftlichen Bestrebungen in der freien Reichs- und Hansestadt. Nach Erledigung des geschäftlichen Teils folgte ein umfangreiches Referat Professor *Meisenheimers* über: *Äußere Geschlechtsmerkmale und Gesamtorganismus in ihren gegenseitigen Beziehungen.* Das Referat möge hier schon des allgemeineren Interesses wegen etwas ausführlicher besprochen werden.

Der Vortragende beginnt bei den Protisten. Aus den ursprünglich hier vorhandenen Isogameten werden Anisogameten, Mikro- und Makrogameten. Bei Coccidien tritt uns schon eine dimorphe Ausbildung der Mutterzellen entgegen. Es sind hier schon zwei Generationen in den Dienst der Geschlechtsfunktion getreten, die Gameten nebst Mutterzellen und die Gametocyten. Die Algen lassen bereits drei Generationen unterscheiden,

nämlich die Gameten selbst, die Gametocyten und den Gametocytenträger. Diese drei Generationen bilden die Grundlage der geschlechtlichen Differenzierung aller niederen Pflanzen und ebenso fast sämtlicher Metazoen. — Es folgt eine Betrachtung des Dimorphismus, wie er bei den Prothallien der Farne häufig ist, und eine Beleuchtung der entsprechenden Verhältnisse bei höheren Pflanzen. Dann wird die Entstehung der Getrenntgeschlechtlichkeit aus der Zwitterorganisation besprochen, und zwar bei Bilharzia und Wedlia. Höhere Pflanzen, Gametocytenträger 2. Ordnung, weisen Vorgänge sexueller Differenzierung auf, die mit denen bei Trematoden und Ciliaten in Parallele zu stellen sind. — Der weiteren Betrachtung unterliegt der Gametocytenträger, der bei allen Algen, Pilzen, bei geschlechtlichen Generationen der Moose und Farne, wie bei fast allen Tieren vorhanden ist. Dieser Gametocytenträger ist zunächst geschlechtlich indifferent. Erst bei höher differenzierten Metazoen begegnen wir einer geschlechtlichen Umbildung des Gametocytenträgers, und es treten die sekundären Geschlechtsmerkmale auf. Es ist selbstverständlich, daß die Geschlechtscharaktere immer an das Vorhandensein bestimmter Geschlechtsdrüsen gebunden sind. Bei Hermaphroditen können die Sexualcharaktere zu Artmerkmalen werden; bei getrenntgeschlechtlichen Tieren bildet sich durch den Einfluß der Geschlechtsdrüsen der geschlechtliche Dimorphismus aus, der sich sogar bis zu Verschiedenheiten der Hämolymphe und der Darmzellen durchbilden kann. Die Kastration hat im allgemeinen einen Verlust der Sexualcharaktere zur Folge. — Es finden sich jedoch auch Schmetterlingszwitter, die äußerlich genau halbiert sind, innerlich aber nur weibliche Keimdrüsen zeigen. Sehr jung kastrierte Raupen beiderlei Geschlechts lieferten Falter, die einen der ursprünglichen Geschlechtsdrüse entsprechenden Geschlechtshabitus aufwiesen. Sehr interessante Resultate haben bekanntlich die Gonadentransplantationen geliefert. *Steinacher* verpflanzte Ovarien auf Männchen von Ratten und Meerschweinchen. Es zeigte sich, daß die Geschlechtsmerkmale auf der jeweiligen Entwicklungsstufe stehen blieben, dagegen wurden die Brustwarzen weiblich, und es zeigten sich typisch weibliche Charaktere und weibliche Psyche. Die Transplantation von Geschlechtsorganen bei Schmetterlingen hat keinerlei Einfluß auf die entgegengesetzten sekundären Geschlechtsmerkmale. Es werden die bekannten Fälle, die den spezifischen Einfluß der Geschlechtssubstanz auf die Ausbildung äußerer Sexualmerkmale bezeugen, besprochen. Die Brücke zwischen den sich widersprechenden Tatsachen findet *Meisenheimer* in der Auffassung, daß, je jünger, phylogenetisch gedacht, das Geschlechtsmerkmal ist, es um so abhängiger von der Gegenwart einer Sexualdrüse sein wird. Je älter, je fixierter das Merkmal ist, desto weniger wird es von der Abwesenheit der Geschlechtsdrüse beeinflußt werden. Im wesentlichen dienen also zwei Momente zur Aufklärung der Beziehungen zwischen Keimdrüse und sekundären Geschlechtsmerkmalen, und zwar sind das Stoffwechselzustände und Verschiedenartigkeit phyletischer Entwicklungsstufen.

Der Vortragende geht dann auf die Vererbungserscheinungen der Geschlechtscharaktere ein. Es tritt bald intermediäre Vererbung, bald Mosaikvererbung auf, in anderen Fällen sind Mendelsche Spaltungsregeln zu beobachten. Es ist anzunehmen, daß in einem Individuum die Determinanten des entgegengesetzten Geschlechts latent vorhanden sind. Es wären sonst Vererbungen von Eigenschaften des Vaters mütterlicher Seite durch die Mutter auf ihren Sohn unerklärlich. Hat erst einmal der erworbene Geschlechtscharakter beim Männchen seinen maximalen Positivwert erreicht, so beginnt er auch, sich auf das Weibchen zu übertragen; so daß zuletzt der Dimorphismus der sekundären Geschlechtsmerkmale in bezug auf bestimmte Organe fortfallen kann.

In der zweiten Sitzung trug *A. Thienemann* über *Die Salzwassertierwelt Westfalens* vor.

Der Referent konnte in westfälischen Salzwässern 120 Tierarten nachweisen. Mehr als die Hälfte davon besteht aus Dipteren und Coleopteren, der Rest rekrutiert sich aus Gastropoden, Nematoden, Cladoceren, Trichopteren und Protozoen. Es fehlen gänzlich z. B. Hydroiden, Hirudineen, Amphibien usw. Es finden sich Tiere, die auch anderswo vorkommen, es sind dies die „Gäste" (haloxene Formen). Salzwasserliebhaber (halophile Formen) sind Organismen, die auch im Süßwasser gedeihen, die aber doch eine Vorliebe für Salzwasser zeigen. Die eigentlichen typischen Salztiere (Halobien) leben fast nur im Salzwasser. Sehr interessant ist die äußerst schnelle Besiedelung von Salzwässern mit Tieren. Der Einfluß des Salzgehaltes auf die Zusammensetzung der Fauna ist sehr groß. Bei 22 % Salzgehalt wird das Wasser azoisch.

Es folgte *Spengels* Vortrag *Zur Organisation und Systematik der Gattung Sipunculus.*

Außer einigen für die Systematik der Sipunculiden wichtigen Untersuchungen wird ein am Hinterende von Sipunculus gelegenes Sinnesorgan, wahrscheinlich ein Statocyste, beschrieben.

Nachdem in der 3. Sitzung der nächstjährige Vorstand gewählt und über die Abänderung der Statuten abgestimmt war, sprach *K. Escherich* über: *Der gegenwärtige Stand der angewandten Entomologie und Vorschläge zu deren Verbesserung.*

Wie absolut zeitgemäß die vielfachen Anregungen und Forderungen *Eschericks* waren, beweist die sich dem Vortrag anschließende und sehr lebhafte Diskussion. *Escherich* stellt die Vernachlässigung der angewandten Entomologie in Deutschland sehr überzeugend dar. Amerika muß, was die Förderung der volkswirtschaftlich so wichtigen Probleme der praktischen Entomologie anbetrifft, durchaus vorbildlich sein. Es hat eine genügende Zahl von Arbeitsplätzen errichtet, beschäftigt ein großes Personal in seinen Instituten und hat an seinen Universitäten sehr gute Ausbildungsstätten für gründlich zu schulende Entomologen. Wie steht es dagegen in Deutschland? Die wenigen Institute, an denen praktische entomologische Fragen gelöst werden, sind schnell aufgezählt. Sie reichen lange nicht aus, um den Berg ungelöster Fragen zu erledigen, Fragen, die für Forst- und Landwirtschaft im Heimatlande und in den Kolonien von größter Wichtigkeit sind. Wir können in Deutschland demjenigen Zoologen, der sich der angewandten Entomologie widmen will, noch nicht einmal die erforderliche Ausbildung verschaffen, wenn wir uns eben nicht ans Ausland wenden wollen. Daher ist die Gründung entomologischer Professuren ein dringendes Bedürfnis. Außerdem fehlt uns eine Zentralanstalt in bezug auf die Verteilung der Arbeitsgebiete usw. Um nun diese Übelstände, denen aus volkswirtschaftlichen Gründen allein schon abgeholfen werden müßte, schneller zu beseitigen, hat sich die *Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie* unter dem Vorstand von Professor *Escherich*, Professor *Schwangart*, Professor *Heymons* und Dr. *Martini* gebildet, deren Bestrebungen von jedem Einsichtigen durchaus unterstützt werden sollten.

F. van Bemmelen behandelte *Die phylogenetische Bedeutung der Puppenzeichnung bei den Rhopaloceren und ihre Beziehungen zu derjenigen der Raupen und Imagines.*

van Bemmelen hat die Puppen von Pieriden, Papilioniden und Nymphaliden untersucht und kommt zu dem

Schluß, daß nicht nur auf den Flügelscheiden, sondern auch auf dem ganzen übrigen Körper eine Farbenzeichnung auftritt, der eine phylogenetische Bedeutung beizumessen ist. Die farbigen Lepidopterenpuppen geben wahrscheinlich ein Bild der Farbenzeichnung bei den Ahnen der Tagschmetterlinge. Die einfarbigen Puppen haben sicherlich infolge verborgener Lebensweise die ursprüngliche Farbe verloren.

Fr. Voß referierte über *Vergleichende Untersuchungen über die Flugwerkzeuge der Insekten.*

Der Vortragende hat verschiedene Flugeinrichtungen bei Insekten eingehend untersucht und drei Grundtypen der Flugorgane aufgestellt. Die verschiedenen Typen und Modelle in aerodynamischer Beziehung zu klären, würde zur Verbesserung der menschlichen Flugzeuge, vielleicht sogar zur Nachbildung tierischer Flugapparate führen.

In der 4. Sitzung ließ sich *H. Lohmann* über *Coccolithophoriden* aus.

Diese gerade in der Plankton so massenhaft auftretenden Flagellaten unterwirft der Referent einer eingehenden Untersuchung in bezug auf ihre Systematik. Nach der Ausbildung des Skelettes zerfällt die Familie in zwei natürliche Unterfamilien; die eine baut ihre Schalen aus undurchbohrten, einfach scheibenförmigen Discolithen, die andere aus durchbohrten Trehmalithen auf. Die letzteren bestehen aus einem Röhrenstück mit sich nach dem Rande zu verjüngender Kalkscheibe. Die Geißelzahl schwankt zwischen eins und zwei.

Paul Schulze sprach dann über *Chitin und andere Cuticularstrukturen bei Insekten.*

Die sehr interessanten Untersuchungen beginnen mit der Erklärung des Baues der Käferflügeldecken im allgemeinen. Es werden zwei Typen unterschieden. Der eine Typ weist zwei Platten auf, die durch kleine Säulen (columnae) verbunden sind (Melasoma). An der ventralen sitzen kleine Dornen (spinulae) oder Chitinperlen (perlae). Im Hohlraum zwischen den beiden Platten liegt nun das von *Paul Schulze* entdeckte Karotingewebe, oder er ist durch sekundäres Chitin ganz ausgefüllt. Beim zweiten Typ tritt als neuer Bestandteil der Decke eine braune Schicht zwischen der Grenzlamelle und der Chitinhauptlage auf, die „Lackschicht". Die Säulen, Festigungselemente nach dem Prinzip der T-Träger, bilden sich bei Typus 1 schon während des Puppenstadiums; bei Typus 2 entstehen sie erst nach dem Schlüpfen des Käfers. Der zentrale Teil der Säulen besteht beim 2. Typ ganz aus Lackschichtsubstanz. — Es werden dann die verschiedenen Schichten der Decke eingehend geschildert. Als Resultat ergibt sich, daß die Lackschicht kein eigentliches Chitin ist. Sie weist typisch sechseckige Felderung, der Form der Bildungszellen entsprechend, auf. Das Chitin selbst besteht aus Platten mit fibrillärem Bau. In den Aussparungen befindet sich die nicht fibrilläre Zwischensubstanz. *Paul Schulze* bespricht ferner das Sekretrelief bei Cicindelen und einigen Coleoptera. Bei Cicindela tritt eine Reliefskulptur aus nicht ganz regelmäßigen Sechsecken auf. Von besonderer Wichtigkeit sind zwei Elemente der Skulptur: die schuppenförmigen Erhebungen (Cyrthome) und die Kurvenanfangspunkte, von denen die Sechsecke in kreisspiraliger Anordnung ausgehen. Da sich die Reliefskulptur in Kalilauge löst, besteht sie nicht aus Chitin. Außerdem hat die Sekretschicht auch noch für das Zustandekommen der Elytrenfärbung Bedeutung.

In der 5. Sitzung diente *Der Flug der Tiere H. Erhard* zum Vortragsthema.

Beim Tierflug kommt nur das Prinzip der Aerodynamik in Betracht. Der Flug vieler Tiere ist ein „Fallschirmflug" *(Flattermaki, Draco).* Den typischen „Gleitflug" findet man bei den Flugfischen. Den primitivaten „Ruderflug", den „Flatterflug", zeigen die Fledermäuse. Er besteht aus einem Ausbreiten und Zusammenfalten der Flügel. Die Insekten bedienen sich eines je nach der Spezies sehr modifizierten Flatterfluges; der Hinterleib dient dabei als Steuer. Bei Käfern mit harten Elytren spielen beim Flug die Alae die Hauptrolle. Meister des Fluges sind die Vögel. Gute Flieger besitzen lange, schmale, geringe Krümmung aufweisende Flügel, schlechte Flieger kurze, breite, stark gekrümmte Flügel. Beim spiraligen Schwebeflug ohne Flügelschlag spielen vertikale Luftströmungen eine große Rolle. Der Ruderflug ist am schwierigsten zu erklären. Um vorwärts zu kommen, schlägt der Vogel von oben hinten nach unten vorn. Beim Niederschlagen erfolgt eine Hebung und Beschleunigung, beim Aufschlagen eine Verzögerung. Der Hauptmoment des Vogelfluges ist die automatische Stabilisierung. Bei der Möve z. B. spielt auch noch die Stellung des Schwanzsegels eine große Rolle; so ist der Schwanz beim Kreisen sehr weit auseinandergebreitet. Ganz kleine Vögel bedienen sich fast stets des Wellenfluges. Unsere menschlichen Flugwerkzeuge sind über hundertmal so ungünstig im Gesamtnutzeffekt gestellt als die Vögel im Durchschnitt.

Es folgten mehrere kürzere Referate, auf die einzeln einzugehen der Raum nicht gestattet. *E. Breßlau* sprach *Über das spezifische Gewicht des Protoplasmas und die Wimperkraft der Turbellarien und Infusorien; E. Martini Über die Stellung der Nematoden im System; G. Eutz jun.* brachte eine vorläufige Mitteilung: *Cytologische Beobachtungen an Polytoma uvella,* und *Prell* demonstrierte *Deutsche Proturen.*

Als Ort der nächstjährigen Versammlung wurde Freiburg gewählt.

Über die Entwicklung von Lichtsinn und Farbensinn in der Tierreihe[1]).

Von Geh. Hofrat Prof. Dr. C. v. Heß, München.

v. Heß hat im Laufe der letzten Jahre eine Reihe neuer Methoden zur Untersuchung des Farbensinnes der Tiere entwickelt und berichtet in seinem Vortrage an der Hand zahlreicher Projektionsbilder von Blitzlichtaufnahmen verschiedener Tierarten im Spektrum über die Ergebnisse seiner Untersuchungen, in erster Linie solcher mit spektralen Lichtern. Wir müssen uns hier auf die Wiedergabe einiger weniger seiner Befunde beschränken.

I. Wirbeltiere.

Der *Affe* sieht das Spektrum am langwelligen und am kurzwelligen Ende genau so weit wie wir, auch die adaptativen Änderungen bei längerem Dunkelaufenthalte und Herabsetzung der Lichtstärke der Reizlichter sind dort die gleichen wie bei uns. *Tagvögel* und *Reptilien* sehen das Spektrum am langwelligen, roten Ende eben so weit wie wir, dagegen ist es am kurzwelligen, violetten Ende für sie hochgradig verkürzt, nämlich bis zur Gegend des Blaugrün, d. h. diese Sauropsiden können das Grünblau, Blau und Violett des Spektrums nicht mehr wahrnehmen; es hat dies seinen Grund in dem Vorhandensein rot und gelb gefärbter, sogenannter Ölkugeln vor den lichtempfindlichen Elementen der

[1]) Autoreferat des Vortrages auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Netzhaut. Aus den geschilderten Befunden ergibt sich eine Reihe interessanter Fragen über die Sichtbarkeit bzw. Bedeutung der bisher als Schmuckfärbung aufgefaßten blauen Farben verschiedener Vogelarten.

Bei den Amphibien zeigen die Sehqualitäten weitgehende Ähnlichkeit mit jenen des Menschen.

Ein von allen übrigen Wirbeltieren durchaus verschiedenes Verhalten zeigen die *Fische* (und Amphioxus); bei ihnen sind die Sehqualitäten in jeder Hinsicht durchaus die gleichen wie beim *total farbenblinden* Menschenauge.

Ebenso wie für dieses hat auch für das Fischauge das Rot einen äußerst geringen Helligkeitswert, es erscheint ihm tief dunkelgrau, fast schwarz. Mit dieser Feststellung sowie mit einer eingehenden Analyse des Einflusses, den die Färbung des Wassers auf die Sichtbarkeit der verschiedenen Farben des Spektrums hat, erbringt *v. Heß* unter anderem den Nachweis von der Unhaltbarkeit der herrschenden Anschauungen über das sogenannte Hochzeitskleid, das man, ebenso wie andere bunte Farben der Fische, bisher als einen zur Anziehung des anderen Geschlechtes bestimmten Schmuck aufgefaßt hatte. Ein Fisch mit einem z. B. roten Hochzeitskleid erscheint schon wenige Meter unter der Oberfläche nur noch dunkelgrau; bei vielen solchen Fischen liegen aber die Laichplätze in 60 bis 80 Meter Tiefe, wo von einer Wahrnehmung des Rot keine Rede sein kann.

II. Wirbellose.

Alle von *v. Heß* untersuchten Wirbellosen, die in Wasser lebenden ebenso wie die in Luft lebenden, zeigen in allen wesentlichen Punkten genau das gleiche Verhalten wie die Fische und wie der total farbenblinde Mensch. Außer der Ansammlung der betreffenden Tiere im Hellen benutzte *v. Heß* zu diesen Feststellungen unter anderem das Verhalten der Pupillenreaktion im Cephalopodenauge und die Fluchtbewegungen bei Lichtstärkenverminderung, die er z. B. bei Culexlarven und Röhrenwürmern verfolgen konnte; bei wieder anderen, wie bei siphoniaten Muscheln und Amphioxus verfolgte er die Reaktionen bei Belichtungszunahme, bei Mückenschwärmen die Ansammlung der schwärmenden Tiere über hellen Stellen des Grundes. Bei nicht wenigen Arten lassen sich mit den von *v. Heß* entwickelten Methoden so genaue Messungen anstellen, daß das Studium der Sehqualitäten bei manchen niederen Tieren nunmehr in ganz ähnlicher Weise und zum Teile mit fast der gleichen Genauigkeit sich experimentell und rechnerisch in Angriff nehmen läßt wie bei unserem eigenen Sehorgan.

Besonderes Interesse beanspruchen die von *v. Heß* mit verschiedenen neuen Methoden an *Bienen* angestellten Untersuchungen, welche überzeugend dartun, daß, entgegen der herrschenden Lehre, auch sie total farbenblind sind; die bei Zoologen und Botanikern verbreitete Meinung, die bunten Blütenfarben seien um der Insekten willen vorhanden, ist durch diese Feststellungen widerlegt.

An Hand seiner neuen Befunde nimmt *v. Heß* Stellung zu der von verschiedenen älteren und neueren Biologen vertretenen Auffassung der Organismen als chemischer Maschinen. Er zeigt, daß, selbst wenn es gelänge, Maschinen zu konstruieren, die sich im Spektrum wie auch sonst gegenüber farbigen Lichtern so verhalten wie die untersuchten Fische und Wirbellosen, doch gerade das unerklärt bliebe, was an seinen neuen Befunden das Wesentliche, zugleich auch die merkwürdigste von allen einschlägigen Erscheinungen ist, nämlich *die Übereinstimmung der relativen Reizwerte verschiedener farbiger Lichter für die Sehorgane jener niederen Lebewesen mit den Helligkeitswerten*, die diese Lichter für das total farbenblinde Menschenauge zeigen.

Bei Besprechung der biologischen Bedeutung der durch das Licht in der Tierreihe hervorgerufenen Lebensäußerungen bringt der Autor den Nachweis von der Unhaltbarkeit verbreiteter Meinungen und begründet eingehend seine Auffassung, nach welcher auch den niederen Tieren eine *Helligkeitsempfindung* zukommt. Er zeigt, wie das physiologische Experiment dazu führt, schon der einzelnen Lichtsinnzelle, wie sie z. B. der Lanzettfisch zeigt, die spezifische Energie zuzuerkennen, auf bestimmte Lichtreize mit der Vermittlung bestimmter Helligkeitsempfindungen zu antworten, von deren Art Experiment und Messung nunmehr ziemlich genaue Kunde geben.

Während man bisher einen Farbensinn in der Tierreihe weit verbreitet glaubte, lehren die neuen Befunde, daß ein solcher allein bei den luftlebenden Wirbeltieren zur Entwicklung gekommen ist, dagegen die Fische und alle Wirbellosen übereinstimmend die charakteristischen Merkmale des *total farbenblinden* Menschenauges zeigen. Eine genauere Analyse läßt in dieser Eigentümlichkeit eine wundervolle Anpassung an die besonderen physikalischen Bedingungen des Wasserlebens erkennen.

Nur bei den Wirbeltieren haben die spezifischen Energien der nervösen Substanz des Sehorgans mit dem Übergang zum Luftleben unter dem Einflusse der viel größeren Mannigfaltigkeit der nunmehr zum Sehorgan gelangenden Strahlungen eine Umbildung erfahren, vermöge deren sie jetzt neben den farblosen Helligkeiten auch die bunten Farben zum Bewußtsein bringen. Aber selbst im normalen farbentüchtigen Menschenauge lassen sich noch jene Eigentümlichkeiten nachweisen, welche er weit herab in der Tierreihe, ja selbst da feststellte, wo die Wahrnehmung von Licht noch nicht durch besondere Sehorgane vermittelt wird: denn die gleiche Art der Helligkeitswahrnehmung, wie jene niederen Tiere, zeigt auch das normale Menschenauge, sobald wir es im Zustande der Dunkeladaptation, unter Bedingungen untersuchen, unter welchen auch ihm sonst farbig gesehene Lichter farblos erscheinen.

Das Problem der Rassenkreuzung beim Menschen.

Von Prof. Dr. Eugen Fischer, Freiburg i. B.

Das Problem der Rassenkreuzung beim Menschen erfuhr durch neue Fragestellung und neue systematische Bearbeitung in allerletzter Zeit so intensive Förderung, daß es lohnt, einmal auf das Prinzipielle dabei einen Blick zu werfen[1]).

Angeregt wurde diese neuere Forschung durch die glänzenden Resultate, die vor allem Botaniker, dann auch Zoologen, auf dem Gebiete der experimentellen Vererbungslehre[2]) erzielt haben. Und wie dort die Resultate für die Praxis größte Bedeutung haben — man benutzt heute die Kenntnisse der Mendelschen Vererbungsregeln zur Zucht von Blumen- und Getreiderassen —, so führt das Problem der Rassenkreuzung auch beim Menschen unmittelbar zu praktischen Konsequenzen, denn die sog. Mischehenfrage in den Kolonien, die christlich-jüdische Mischehenfrage, die Frage der Bedeutung von Völkermischungen für die Kultur („Germanen und Renaissance") — das alles sind auch Probleme der Rassenkreuzung.

Aber theoretisch ist die Frage von mindestens ebenso großer Tragweite. Schon zu *Brocas* Zeit hat man die Frage der Rassenkreuzung in Angriff genommen, hat aus der Tatsache der Fruchtbarkeit von Rassenkreuzungen Argumente entnommen für die Behauptung der spezifischen Einheit des Menschen. In der Tat kann man aus den Erscheinungen bei der Rassenkreuzung außerordentlich wichtige Folgerungen ziehen — nicht nur in bezug auf jene Einheit, auch für die Frage nach dem Wesen der Rassen überhaupt.

Lange hat dann die Bastardforschung geruht; von gelegentlichen Beobachtungen abgesehen, muß man in die allerneueste Zeit gehen, wo die Anwendbarkeit der Mendelschen Regeln als neu interessierendes Problem auftauchte. Von diesem Gesichtspunkt aus hat erstmals Verf. eine große systematische Bastarduntersuchung[3]) vorgenommen. Vor mehreren Generationen kreuzten sich in Südafrika Buren und Hottentottinnen; die „Bastards", wie sie selbst sich nennen, heirateten unter sich und bilden heute mehrere richtige „Stämme", d. h. politisch organisierte kleine Staaten, aus Bastarden der verschiedensten Grade, Rückkreuzungsprodukten und neuen Erstkreuzungsmischlingen bestehend; deren einer, in Deutsch-Südwest, wurde eingehend bezüglich der Vererbung der Rassenmerkmale und der sonstigen biologischen Erscheinungen einer „Bastardpopulation" untersucht, die Ergebnisse bilden eine Hauptgrundlage zur Lösung des Problemes der menschlichen Rassenkreuzung überhaupt. Für einzeln herausgegriffene Rassenmerkmale wurde etwa gleichzeitig und kurz vor jener Bearbeitung derselbe Versuch erfolgreich unternommen. *G.* und *Ch. Davenport* haben die Art der Vererbung von Augen-, d. h. Irisfarbe, Haarfarbe, Haarform und Hautfarbe bei Europäern (in Amerika) festgestellt, *Hurst* die der Augenfarbe, *Bean* die der Haarform auf den Philippinen und *Salaman* die der Nasenform bzw. Physiognomie bei Engländer-Juden-Mischung. Alle diese Arbeiten gelten der Feststellung des Vererbungsmodus bei Rassenkreuzung, also der Frage, ob sich „intermediäre" Merkmale bilden, ob also das betr. Merkmal von Vater- und Mutterrasse her je verschmilzt zu einem neuen, das etwa die Mitte hält zwischen den elterlichen, oder ob diese sich einzeln halten, also in den Kindern oder Enkeln stets wieder rein auftreten; die Eigenschaften spalteten sich dann also stets wieder in die väterlichen und mütterlichen, und zwar nach ganz bestimmten Mengenverhältnissen. Bekanntlich ist dieses letztere, die sog. Mendelsche Vererbung, als „der" Vererbungsmodus für Hunderte von Rassenunterschieden bei Pflanzen und Tieren durch Kreuzungsexperimente festgestellt. Und damit stimmen nun die Verhältnisse bei der Kreuzung menschlicher Rassen vollständig überein.

Die Augenfarbe und Haarfarbe vererben sich nach den Mendelschen Regeln, „dunkel" ist dabei dominant (kurz ausgedrückt). Die Haarform ebenfalls, wobei „kraus" dominant ist über „schlicht"; wahrscheinlich gibt es dabei besondere „Erbeinheiten" für wellig und für spiralkraus (*Fischer*). Die schmale hohe Nasenform (des Europäers) vererbt sich als dominant über die niedere breite (des Hottentotten), ebenso die „gerade" Augenspaltenform (jenes) über die schiefe (des letzteren) (nach *Fischer*). — Die Schädelform (Längenbreitenindex), Gesichtsform vererben sich sicher nicht intermediär *(Boas, Fischer)*; die Kopfindices der Kinder fallen über die beiden der Eltern oft nach beiden Seiten hinaus; ein Verschmelzen zu einer mittleren Kopfform findet also nicht statt. Die Mendelschen Ziffern aber lassen sich hier nicht ohne weiteres feststellen. Es scheint fast, als ob dabei vor allem eine Dominanz des Breitendurchmessers zu beobachten wäre. —

Jedenfalls also vererben sich fast alle Merkmale, die man daraufhin bei Rassenkreuzung hat untersuchen können, nach den Mendelschen Regeln.

Besonders schwierig ist die Frage, wie sich bei Rassenkreuzung die geistigen Eigenschaften vererben. Da haben wir noch sehr wenig einwandfreies Beobachtungsmaterial. Die meiste innere Wahrscheinlichkeit hat es, daß auch da Mendelsche Vererbung eintritt, und zwar mit sehr vielen „Erbeinheiten", so daß die Zahl der Kombinationsmöglichkeiten eine sehr große ist. Das würde z. B. die Mannigfaltigkeit der geistigen Höhe von Mischlingen, das gelegentliche Auftreten geistig sehr bedeutender Mischlinge *(Boeker Washington* und andere) plausibel machen, ebenso die geistige Minderwertigkeit anderer, wobei aber bemerkt wer-

[1]) Autoreferat des Vortrages auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

[2]) S. *Baur*, „Einführung in die experimentelle Vererbungslehre". Berlin 1911.

[3]) *Eugen Fischer*, „Die Rehobother Bastards und das Bastardierungsproblem beim Menschen". Jena 1913.

den muß, daß letztere ganz besonders oft nur durch das soziale Milieu gerade der Rassenmischlinge bedingt ist. Das bei einer Rassenkreuzung zu erwartende Resultat kann man niemals voraussagen; wir wissen darüber *nichts*.

Welche Eigenschaften nun sich bei der Mendelschen Vererbung als dominant erweisen und welche als rezessiv, wissen wir nicht prinzipiell (d. h. erst die Erfahrung muß es von Merkmal zu Merkmal erweisen). Die dominanten Eigenschaften erscheinen dann natürlich bei der Mischlingsbevölkerung gehäuft (75 % — falls Auslesevorgänge usw. wegbleiben), und der flüchtige Beobachter sagt, die betr. „Rasse" ist „präpotent", „schlägt durch" usw. Ich glaube, präpotente Rassen als solche gibt es nicht, nur dominante Einzelmerkmale, und jede Rasse, die viele an sich dominante Einzelmerkmale besitzt, wird ihre Formen den Mischlingen stärker (aber nur 75 %) aufdrücken; also z. B. eine dunkeläugige, dunkelhaarige, kraushaarige, lang- und schmalnasige, dunkelhäutige (?), (brachykephale?) Rasse wird gegen eine mit den entgegengesetzten Merkmalen dominant sein (in angegebenem Sinne). Die unverständliche Präpotenz einer ganzen Rasse ist aufgelöst in die Erscheinungen der Dominanz (im Mendelschen Sinne, 75 % und aufspaltend) der Einzelmerkmale. (Warum ein bestimmtes Merkmal dominant ist, wissen wir noch nicht, auch nicht für Tier und Pflanze.) Das erklärt z. B. die *scheinbare* starke Vererbungskraft der Juden bei christlich-jüdischer Kreuzung; es besteht also hier keine Präpotenz der Juden an sich! Ja zum Teil halte ich diese oft gehörte Ansicht als auf einfachen Beobachtungsfehlern begründet, die 25 % das rezessive Merkmal tragender Individuen werden übersehen.

Mit der Mendelschen Vererbung ist aber dann auch die Zukunft der Kreuzung bestimmt, *soweit diese rein von der Vererbung* abhängt. Rein durch die Kreuzung und Vererbung, also ohne daß nun (wie es durch den Tierzüchter nach Kreuzung geschieht) Auslesevorgänge, Ausmerzung eintritt, kann keine neue Rasse entstehen. Die elterlichen ursprünglichen Merkmale müssen immer wieder auftreten. *Kollmann* hat schon lange auf die „Konstanz" der Typen aufmerksam gemacht. Seit Tausenden von Jahren gibt es Lang- und Kurzschädel in Europa, Blonde und (sog.) Schwarze; — trotz aller Mischung ist nicht eine einheitliche „mittlere" Schädelform und ein gleichmäßiges Braun geworden. Das ist nun erklärt, oder doch sozusagen an seinen Ursprung verfolgt — die Nachkommen eines Mischlings bekommen die großelterlichen Eigenschaften durch „Aufspalten" wieder rein ausgeteilt. Nur Auslese kann das Kreuzungsprodukt definitiv ändern. Einmal wird offenbar nicht selten aus der Mischung das *eine* Element wieder ausgetilgt, die eine (eventuell alte und bodenständige) Rasse entledigt sich sozusagen desselben, sie „entmischt" sich *(v. Luschan)* und die *eine* Rasse erscheint nach der Mischung wieder (fast) rein. Es könnte aber auch eine neue Rasse positiv gezüchtet werden, indem Individuen mit bestimmten Merkmalkombinationen der beiderelterlichen Merkmale positiv ausgelesen oder isoliert würden. Ob derart eine Rasse einmal wirklich entstanden ist, wissen wir nicht. Jedenfalls zeigt sich also, daß das exakte Studium der Rassenmischung da weite neue Gesichtspunkte eröffnet hat.

Aber mehr! Wenn sogenannte Rassenmerkmale sich nach den Mendelschen Regeln vererbt dartun lassen, ist überhaupt damit erst bewiesen, daß es erbliche Rassenmerkmale in der Tat sind! Denn man kann das sonst einem Merkmal nicht ansehen. Kinder könnten theoretisch dieselbe Haarfarbe, Kopfform usw. wie die Eltern haben, weil auf sie dieselben klimatischen, Ernährungs- usw. Einflüsse wirken wie auf jene! In der Tat kann man zeigen, daß, wenn man Kinder *anderen* Einflüssen aussetzt, einzelne Merkmale sich ändern. So hat *Boas* gezeigt, daß die Kopfform von in Amerika geborenen Kindern von Süditalienern und osteuropäischen Juden etwas verändert ist gegen die der Eltern. Es gibt also wohl direkte Umweltwirkung auf manche sog. Rassenmerkmale. Wäre derart z. B. die gesamte Kopfform *nur* umweltbedingt (was natürlich weder *Boas* noch sonst jemand annimmt), so könnten wir gar nicht entscheiden, ob z. B. die heute in Süddeutschland an Stelle der eingewanderten langschädeligen (dolichokephalen) Germanen sitzenden Rundköpfe (Brachykephale) nicht die „reinen" Germanen sind, deren Kopfform nur — ohne Beeinflussung irgend einer erblichen Qualität — verändert, „modifiziert" ist. Aber wir wissen, ein *Etwas* an den „modifizierbaren" Merkmalen ist erbbeständig, ist nur der Vererbung zu danken, an der Schädelform wird es *fast* alles ausmachen, an der Körpergröße z. B. weniger. Und gerade der Nachweis des „Mendelns" zeigt natürlich an, *daß* es wirklich *erbliche*, d. h. wahre Rassenmerkmale sind; also die Augenfarben, die Haarformen, die Nase des Europäers, Juden, Hottentotten, die Kopf- und Gesichtsform (diese trotz ihrer Modifizierbarkeit, aber wegen dieser nur bis zu gewissem Grad — und ebenso noch mehr die Körpergröße — *sind* in der Tat Rassenmerkmale.

Dieser Nachweis aber spricht weiter dafür, daß sich die menschlichen Rassen so nahe stehen, wie jene Tier- und Pflanzenrassen, mit denen die Mendelschen Regeln herausexperimentiert werden, d. h. sie gehören einer einzigen Spezies an. Dafür spricht weiter die Bastardfruchtbarkeit beim Menschen. Europäer-Hottentotten-Mischlinge sind durch viele Generationen unbeschränkt fruchtbar *(Fischer)* und ähnliches scheint für viele andere Rassen zu gelten, aber darüber existieren noch keine zuverlässigen Daten.

Mulatten unter sich sind vielleicht minder fruchtbar, und auffälligerweise solche mit nordeuropäischen Vätern scheinen unfruchtbarer und sonst hinfälliger und schwächlicher als solche mit südeuropäischen — aber exakte Feststellungen fehlen noch.

So ist das Problem der Rassenkreuzung des Menschen heute um vieles klarer geworden gegenüber dem Stand vor wenigen Jahren, vor allem sind feste Fragestellungen gewonnen; aber es sind noch sehr viele Antworten ungegeben; eine Menge interessantester Einzelaufgaben liegen nun vor: gelöst werden

können sie nur durch exakte und gewissenhafte Untersuchungen an einzelnen Familien, je an Eltern, Kindern und Enkeln, bei rasseungleichen Eltern; Familienanthropologie wird also da weiterführen, wir brauchen nicht (nur) Massenstatistik, sondern Individualstatistik.

Die Eiszeit und die kontinentale Wasserscheide in Patagonien [1]).

Von Prof. Dr. R. Hauthal, Hildesheim.

Der im Jahre 1902 durch Schiedsspruch der englischen Regierung beendete Grenzstreit zwischen Argentinien und Chile bezeichnet in der Geschichte beider Staaten einen sehr wichtigen Abschnitt. War er doch die Veranlassung, daß die geographische Erforschung beider Länder, besonders aber Argentiniens, ganz energisch in die Hand genommen wurde, und so sind unsere Kenntnisse von großen Gebieten, namentlich in der Kordillere, erschlossen und erweitert worden. Gebiete, die sonst wohl noch lange weiße Flecke auf der argentinischen Karte gewesen wären — noch heute, nach 11 Jahren, sind bedeutende Teile jener Gebiete unerforscht. Aber nicht nur die allgemeine Kenntnis jener entlegenen Kordillerengebiete wurde gefördert, es wurden auch für die wissenschaftliche Geographie sehr interessante Tatsachen enthüllt, deren definitive Klarlegung noch manchen Forschers Arbeit erfordern wird. Erwähnen will ich hier unter anderem die vielen gewaltigen andinen Seen, deren Entstehung immer noch ein ungelöstes Problem ist. So zum Beispiel der Lago Buenos Aires, der fast das ganze System der Kordillere quert. Aber das interessanteste Ergebnis jener Forschungen ist doch wohl unstreitig der eigenartige Verlauf der interozeanischen Wasserscheide in Patagonien. Während sie nämlich im Norden bis zum 40° s. B. innerhalb der Kordillere sich hält und hier im wesentlichen mit dem Hauptzuge derselben zusammenfällt, tritt sie südlich vom 40° aus der Kordillere heraus, um zum allergrößten Teile östlich von derselben in der Pampa zu verlaufen. Je mehr nach Süden, desto häufiger tritt diese Tatsache ein und desto weiter greift die Wasserscheide nach Osten hinüber mit der Ausnahme, daß ganz im Süden in der Gegend des 50. Breitengrades die Wasserscheide wieder auf dem Kamm der Kordillere verläuft und die gewaltigen Seen Viedma und Argentino in normaler Weise nach Osten entwässern.

Wie ist dies eigentümliche Verhalten zu erklären? Das eben Angeführte, daß das Heraustreten der Wasserscheide aus der Kordillere in die östliche Pampa nach Süden zu vorwiegt, gibt uns einen Hinweis, daß dieses Verhalten mit Ursachen zusammenhängt, die nach Süden zu in höherem Grade wirksam sind — es sind nicht tektonische, mit der Gebirgsbildung zusammenhängende Ursachen, sondern klimatische Vorgänge. Die Flußläufe und die Wasserscheide sind hier in erster Linie abhängig von der Wirksamkeit des fließenden Wassers und nicht minder auch von der des festen Wassers, des Eises. Je größer die Niederschläge, desto kräftiger und desto mehr in den Bodenformen sich kundgebend sind auch die Wirkungen des Wassers. Das ist eine Binsenwahrheit, die aber nicht oft genug betont werden kann und die uns gerade in Patagonien mit seinem trockenen östlichen und feuchten westlichen Gebiete in der markantesten Weise entgegentritt. Wir wissen, daß die Niederschläge im nördlichen Argentinien gering sind, daß sie aber nach Süden zunehmen und im südlichen Patagonien namentlich im westlichen Teile eine recht bedeutende Größe erreichen. Wir wissen ferner, daß dieselben klimatischen Verhältnisse zur Eiszeit, und zwar nicht nur in Argentinien und Chile, sondern auch in Bolivien und Peru herrschten. Die lokalen klimatischen Verhältnisse waren dieselben wie jetzt. Das wird immer mehr durch Forschungen bestätigt (vgl. *Sievers, Hans Meyer, Hauthal* und jüngst auch *Keidel).*

Zur Eiszeit nahmen also die die Kordilleren bedeckenden Eismassen nach Süden hin an Mächtigkeit zu, so zwar, daß die Gletscher, welche von den Gehängen der Gebirge zu Tal glitten, bis tief in das Vorland hinein sich erstreckten, ja bis zum 46. Grad s. B. und vielleicht noch weiter nördlich den Atlantischen Ozean erreichten. Zu dieser Zeit der Eisbedeckung war die Eisscheide der Kordillere auch zugleich die Wasserscheide für die subglazial abfließenden Schmelzwasser. Das Eis wirkte verändernd auf die präglaziale Oberfläche ein, und nach dem Rückzuge des Eises fanden die Gewässer eine andere Oberfläche vor, als sie vor der Vereisung war. Je mehr nach Süden, desto einschneidender waren die Veränderungen. Es waren Rinnsale, Vertiefungen entstanden, namentlich da, wo gewaltige Eisströme sich zu großen Gletschern vereinigten und nachdem das Eis aus dem Vorlande der Kordillere verschwunden, noch als gewaltige Talgletscher in den großen Querdepressionen bis an den Ostfuß der Kordillere sich ausdehnten. Jetzt dienen diese Zungenbecken der großen spätdiluvialen Gletscher den andinen Seen zum Bett, die ich anfangs erwähnt habe. Lange, lange Zeit müssen diese Becken von den Gletschern erfüllt gewesen sein, das beweisen die mächtigen Moränenzüge, die halbkreisförmig das Ostende der Seen umrahmen, oft weit in die Pampa hinein sich erstreckend. So liegen — um nur ein Beispiel anzuführen — die Endmoränenkreise am Lago Buenos Aires und namentlich Lago Puyerredon mindestens 20—30 km vom Seenende entfernt und ungefähr 2—300 m höher. Die Mächtigkeit und die Anzahl dieser Moränenzüge zeigen uns, daß die Gletscher lange Zeit in dieser Stillstandslage oszillierten und daß die nach Osten abfließenden Schmelzwässer sich ebenso lange Zeit quer durch die Pampa nach dem Atlantischen Ozean ergossen, zeigen uns die tief in die Tertiärschich-

[1]) Autoreferat des Vortrages auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

ten der Pampa eingegrabenen Querdepressionen, die vom Fuße der Kordillere am Ostende der Seen beginnen und bis zum Atlantischen Ozean Patagonien queren. Mit dem Abschmelzen der Gletscher trat eine Änderung ein. Das zeigen die Terrassen, die sich stufenförmig an den Gestaden der Seen erheben. Mit dem Geringerwerden der Eismassen sank natürlich auch der Spiegel der Seen. Merkwürdigerweise sank er aber bei den meisten Seen so tief, daß der Seespiegel jetzt tiefer liegt als der Abfluß nach Osten; die Gewässer fanden in postglazialer Zeit einen Abfluß nach Westen. Ja, wir finden an vielen Stellen die ganz eigenartige Erscheinung, daß Flüsse, die früher nach Osten fließend sich mit dem Hauptstrom der Schmelzwässer vereinigten, jetzt nicht mehr nach Osten fließen, sondern plötzlich im rechten Winkel umkehren und sich in den nach Westen abfließenden See ergießen. Mag nun dieser Fluß von Norden oder von Süden kommen, stets findet diese Umkehr da statt, wo einstmals das Schmelzwasser des Gletschers als großer Bach den Eisrand verließ. Beide Erscheinungen: Abfluß der Seen nach Westen und Umkehr der Flüsse nach Westen haben den Verlauf der Wasserscheide in postglazialer Zeit ganz bedeutend verändert. Wie sind diese Veränderungen zu erklären? *Quensell*, der sich eingehend mit diesem Problem beschäftigt hat, nimmt an, daß die Seen so lange nach Osten abflossen, als die während der Eiszeit entstandenen westlichen Depressionen durch Eis verstopft waren, und daß mit dem Ausapern der westlichen Depressionen der Abfluß nach Westen stattfand. Das ist zum Teil richtig. Es sind tatsächlich im Westen aller patagonischen Seen tiefe Depressionen vorhanden und tatsächlich entwässern diejenigen Seen, bei denen die Depressionen noch mit Eis erfüllt sind, z. B. der Lago Argentino, auch heute noch nach Osten. Aber soweit unsere Kenntnis bisher reicht, sind diese durch Glazialerosion entstandenen westlichen Depressionen nicht tiefer als der östliche Abfluß der Seen. Da nun aber die Seen nach Westen entwässern, so ist es klar, daß nur die postglaziale Erosion in den westlichen Depressionen den Wasserabfluß so tief gelegt hat, daß die Gewässer nicht mehr nach Osten abfließen können. *Quensell*, der sich eingehend mit diesen Problemen beschäftigt hat, legt der postglazialen Erosion nur eine ganz untergeordnete Bedeutung bei; aber die Beobachtungen an Ort und Stelle an den westlichen Wasserabflüssen selbst zeigen, daß es ganz wesentlich die nach dem Schwinden der Gletscher eintretende Erosion des fließenden Wassers ist, die hier Abfluß nach Westen geöffnet hat und noch immer öffnet. Vor allen Dingen bietet der Lago Belgrano ein ganz ausgezeichnetes Beispiel. Das breite, wannenartige, weit in die Pampaformation sich erstreckende Ostbecken wird von großen Moränenzügen umrahmt, zwischen denen noch deutlich der einstmalige Ostabfluß der Schmelzwässer sichtbar ist. Die westlichen Partien dieses Sees erstrecken sich fjordartig in der eigentlichen Kordillere weit nach Süden, eine Kette von Seen bildend, die, durch enge Flußläufe verbunden, schließlich durch den San Martin und dessen Westabfluß, den Rio de La Pascua, in den Stillen Ozean abfließt. Da, wo der Lago Belgrano in den Lago Azara fließt, ist eine enge Felsenschlucht, deren Oberfläche etwa 30 m über dem Seespiegel aufragt und deutlich alle Spuren der Glazialerosion zeigt. In diese glaziale Schwelle hat nun das fließende Wasser nach dem Schwinden der Eisbedeckung eine tiefe enge Schlucht, wie sie für die Wassererosion so charakteristisch ist, eingerissen und erst durch diese Wasserschlucht ist es dem Lago Belgrano ermöglicht worden, nach Westen abzufließen. Ja, daß dieser Vorgang sich in einer früheren Zwischeneiszeit ebenso abgespielt hat, zeigt uns auch diese Stelle am Lago Belgrano recht schön. Die eben erwähnte glaziale Schwelle steigt nach Westen bedeutend an, hier ein altes Gletscherbett der vorletzten Eiszeit zeigend. Und genau wie die jüngere Eisschwelle von der Wassererosion durchschnitten, so zeigt sich auch bei dieser älteren Eisschwelle ein alter Wasserriß, der einstmals den Gewässern Abfluß nach Westen gab. Dieselbe Erscheinung finden wir, wenn wir uns die Westabflüsse der Seen betrachten, überall deutlich ausgeprägt; ein allerdings nicht mit einem jetzigen See zusammenhängendes Beispiel, das aber, weil es an der viel benutzten Heerstraße (jetzt Eisenbahn) über den Cumbrepaß von Argentinien nach Chile liegt, sehr leicht aufgesucht werden kann, bietet der bekannte Salto del Soldado, wo auch in einem das ganze Tal querenden, durch die Eiserosion herausmodellierten Quarzitdamm in der postglazialen Zeit ein Bach tief eine Schlucht eingenagt hat. Kurz zusammenfaßt würde sich also der Einfluß der Eiszeit auf die interozeanische Wasserscheide in Patagonien so darstellen lassen:

1. Während der Vergletscherung der Kordillere bildete die Eisscheide auch die Wasserscheide.

2. Die von der Kordillere abfließenden Eismassen kolkten auf beiden Seiten im Osten wie im Westen Depressionen aus.

3. Beim Rückzuge der eiszeitlichen Gletscher wurden die östlichen Depressionen (jetzt mit Seen erfüllt) eher eisfrei als die westlichen und die Gewässer flossen in Gestalt von großen Flüssen nach Osten, solange die Depressionen im Westen vom Eise verstopft waren.

4. Wo die westlichen Depressionen noch heute vom Eise verstopft sind, wie am Lago Argentino, Lago Viedma, geht die Entwässerung auch jetzt noch nach Osten.

5. Wo die westlichen Depressionen eisfrei sind und wo die postglaziale Wassererosion wirken konnte, entwässern die Seen nicht mehr nach Osten, sondern nach Westen.

6. Die kontinentale Wasserscheide ist so in die Gebiete der glazialen Ablagerungen (Moränen, Drumlins usw.) östlich von der Kordillere verlegt.

Die erste Anwendung des Steinkohlengases in der Luftschiffahrt[1]).

Von Dr. Ing. A. Sander, Karlsruhe i. B.

Bis vor wenigen Jahren war man allgemein der Ansicht, daß das Steinkohlengas von dem englischen Luftschiffer *Green* im Jahre 1818 zum ersten Male zum Füllen eines Luftballons verwendet worden sei, erheblich später also als die heiße Luft und der Wasserstoff, die beide bereits im Jahre 1783 mit Erfolg hierzu angewandt worden waren. Diese Angabe ist sowohl in der aeronautischen wie auch in der technischen Literatur weit verbreitet. So schreibt z. B. *A. Hildebrandt* in seinem Buche „Die Luftschiffahrt" (2. Auflage, München 1910, Verlag von R. Oldenbourg) auf Seite 58: „Leuchtgas kommt vorläufig nur für Freiballons noch in Betracht ... es ist zuerst 1818 auf Veranlassung von *Green* zur Füllung benutzt." Noch in zahlreichen anderen Schriften wird die Einführung des Leuchtgases in die Luftschiffahrt dem Engländer *Green* zugeschrieben. Alle diese Angaben stützen sich scheinbar auf eine Mitteilung in Dinglers polytechnischem Journal, Band 9, Seite 134, vom Jahre 1822, wo es heißt:

Anwendung des gekohlstofften Wasserstoff-Gases zu Aerostaten.

„Herr *Karl Green*, der rühmlich bekannte Aeronautiker, teilt in einem Schreiben an Herrn *Gill* (in dessen Technical Repository, Juli 1822, S. 38) seine Beobachtungen über dieses Gas, als Mittel zur Aeronautik, mit, nach welchen dasselbe dem gewöhnlichen Wasserstoff-Gase in jeder Hinsicht vorzuziehen ist, und unendliche Vorteile vor demselben besitzt."

Neuere Forschungen haben indessen bewiesen, daß weder der Engländer *Green*, noch der Franzose *Lebon*, der Erfinder der „Thermolampe", die ersten waren, die einen mit Leuchtgas gefüllten Ballon aufsteigen ließen, sondern daß der Professor an der Universität Löwen *Jean Pierre Minckelers* diesen Ruhm für sich in Anspruch nehmen kann. Schon wenige Tage, nachdem der Physiker *Charles* auf dem Marsfelde in Paris seinen mit Wasserstoff gefüllten Ballon hatte aufsteigen lassen (28. August 1783), betraute der Herzog *Ludwig Engelbert von Arenberg*, in der richtigen Erkenntnis, daß diese Luftballone in Zukunft von erheblichem Nutzen sein werden, die drei Gelehrten *Thysbaert*, *van Bouchaute* und *Minckelers* mit der Aufgabe, die aus verschiedenen Stoffen gewonnenen brennbaren Gase daraufhin zu untersuchen, ob es nicht möglich wäre, mit Hilfe eines einfachen Verfahrens und mit geringen Kosten in kurzer Zeit eine große Menge eines permanenten Gases herzustellen, das genügend leicht wäre, um zur Füllung von Luftballonen dienen zu können. Diese drei Gelehrten machten sich alsbald daran, die ihnen von dem Herzog gestellte Aufgabe zu lösen, und *Minckelers* war der erste, dem dies gelang. Er wußte wohl, daß die von den Brüdern *Montgolfier* verwendete heiße Luft wegen der Mitnahme einer offenen Feuerung im Ballon zu gefährlich war sowie daß die Füllung eines Ballons mit Wasserstoff zu langwierig und überdies wegen des damals noch sehr hohen Preises der Schwefelsäure zu kostspielig war; er begann daher seine Versuche damit, daß er Stroh und Wolle in eisernen Retorten der trockenen Destillation unterwarf und die dabei entweichenden Gase in einem mit Wasser gefüllten Behälter auffing. Es zeigte sich jedoch, daß diese Gase gegenüber der atmosphärischen Luft zu schwer waren. Die Versuche wurden daher mit anderen tierischen und pflanzlichen Stoffen fortgesetzt, und zwar wurden Hammelknochen, Eichen- und Buchenholz, Holzkohle und auf Vorschlag des Professors *van Bouchaute* auch Kaminruß und Molybdän der trockenen Destillation unterworfen. Aber auch aus diesen Stoffen ließ sich nur ein Gas gewinnen, das nicht viel leichter als die atmosphärische Luft war und das dem beim Auflösen von Metallen in Schwefelsäure gewonnenen Wasserstoff hinsichtlich des spezifischen Gewichtes erheblich nachstand.

Nachdem so die Destillation tierischer und pflanzlicher Stoffe nicht zum Ziele geführt hatte, wandte sich *Minckelers* den brennbaren mineralischen Stoffen zu, und zwar namentlich den schwefelhaltigen, aus denen er auf Grund der damals geltenden Phlogistontheorie am ehesten ein leichtes Gas erhalten zu können glaubte. Da für die Gasgewinnung nur ein billiges, leicht zu beschaffendes Ausgangsmaterial in Frage kam, wurde ein Versuch mit *Steinkohle* angestellt, und zwar mit bestem Erfolge. Am 1. Oktober 1783 erhielt *Minckelers* beim Erhitzen von Steinkohlenpulver in einem Flintenlauf ein brennbares Gas, und zwar sehr rasch und in großer Menge; 4 Unzen Kohle gaben 1 cbf (franz.) Gas, und dieses Gas war viermal leichter als die atmosphärische Luft. Die verwendete Kohle war eine Fettkohle, wie sie in Löwen zur Heizung der Kamine allgemein in Anwendung war. Da diese Kohle sich beim Erhitzen stark aufblähte, wurden die eisernen Rohre, sobald sie auf Rotglut oder etwas höher erhitzt waren, bisweilen zersprengt. Auf Vorschlag von *Thysbaert* wurde dann eine Magerkohle destilliert, die ebenso viel Gas, jedoch von noch geringerem spezifischen Gewicht ergab. Eine Beschädigung der Eisenrohre trat bei Verwendung dieser Kohlensorte nicht mehr ein.

Während die Versuche der Brüder *Montgolfier* sowie des Physikers *Charles* in der älteren aeronautischen Literatur sehr genau und ausführlich beschrieben werden, findet man die nicht minder interessanten Untersuchungen von *Minckelers* merkwürdigerweise in der zeitgenössischen Literatur fast nirgends erwähnt. Dies ist um so erstaunlicher, als *Minckelers* selbst die Ergebnisse seiner Untersuchungen in höchst anschaulicher Weise in einer Schrift niedergelegt hat, die unter dem Titel „Mémoire sur l'air inflammable tiré de différentes substances, rédigé par *M. Minkelers*, Professeur de Philosophie au Collège du Faucon, Université de Louvain" im Jahre 1784 in Löwen erschienen ist und die einen Umfang von 50 Seiten (8°) hat[1]).

[1]) Vortrag auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

[1]) Ebenso wie den Versuchen von *Minckelers* ist offenbar auch seiner Abhandlung keine weitere Beachtung zuteil geworden und so ist sie in Vergessenheit geraten. Die Vereinigung der Gasfabrikanten in Niederland hat sich der verdienstvollen Aufgabe unterzogen, das Werk von *Minckelers* der Vergessenheit zu entreißen, indem sie einen Neudruck der obengenannten Abhandlung veranlaßte, der im Jahre 1905 von Direktor *P. Bolsius* in Herzogenbusch herausgegeben wurde (nicht im Buchhandel!). Dieser Neudruck enthält ebenso wie das Original in einer Tabelle die von *Thysbaert* ausgeführten Bestimmungen des spezifischen Gewichtes der verschiedenen Gasarten, ferner aber zwei biographische Notizen, aus denen zu entnehmen ist, daß *Minckelers* am 2. Dezember 1748 als Sohn eines Apothekers in Maastricht geboren wurde. Ursprünglich zum Theologen bestimmt, wandte er sich bald dem Studium der Naturwissenschaften zu und wurde schon mit 24 Jahren (1772) zum Professor der Philosophie an der Universität Löwen ernannt. Dort wirkte er 16 Jahre hindurch als Lehrer der Physik; bei seinen Versuchen zur Auffindung eines leichten, zur Füllung von Luftballonen geeigneten Gases erfand er im Jahre 1783 das Steinkohlengas, dessen Brauchbarkeit als Leuchtgas er bald entdeckte. Bereits von 1785 an hat er nach dem Zeug-

Minckelers macht in seiner Schrift noch eine Reihe weiterer interessanter Mitteilungen, so z. B. über die Änderung der Ausbeute und des spezifischen Gewichtes des Gases bei rascherem oder langsamerem Erhitzen der Kohle. Auch über den verschiedenen Luftbedarf bei der Verbrennung eines durch rasches bzw. durch langsames Erhitzen gewonnenen Gases findet man in der Abhandlung durchaus zutreffende Angaben, die zugleich beweisen, mit welcher Gründlichkeit *Minckelers* seine Untersuchungen ausgeführt hat. Obwohl es, wie *Minckelers* selbst sagt, nicht wahrscheinlich war, daß aus anderen Stoffen ebenso leicht ein Gas mit den Eigenschaften des Steinkohlengases gewonnen werden konnte, stellte er doch noch mit einer größeren Zahl anderer Stoffe Versuche an, so mit Weingeist, Äther, Pech, Benzoeharz, Kampfer, Zucker, Terpentinöl, Asphalt, Bernstein, Torf, Hirschhorn und noch vielen anderen.

Alle diese Stoffe ergaben jedoch kein so günstiges Resultat wie die Steinkohle. *Minckelers* faßt seine Versuche dahin zusammen, daß das aus Steinkohlen gewonnene Gas nach dem Wasserstoff das leichteste Gas ist, daß es keine Waschung mit Wasser erfordert und direkt in den Ballon eingefüllt werden kann. Wenn es auch schwerer als der Wasserstoff sei, so verdiene es doch wegen der geringeren Herstellungskosten und der einfacheren Gewinnung den Vorzug.

Zur Herstellung einer größeren Menge Steinkohlengas wurden auf Vorschlag von *Thysbaert* große eiserne Rohre angefertigt, die 20 Pfund Kohle faßten und in kurzer Zeit 80 cbf Gas liefern konnten. Vier solcher Rohre wurden in einer gemeinsamen Feuerung erhitzt, und durch gleichzeitigen Betrieb mehrerer solcher Öfen war die Möglichkeit gegeben, in kurzer Zeit und in kontinuierlichem Betriebe eine sehr große Menge Gas zu erzeugen.

Die erste Füllung eines kleinen Ballons, der aus Goldschlägerhaut gefertigt war, erfolgte in dieser Weise am 21. November 1783 im Park des Schlosses Héverlé des *Herzogs von Arenberg*; der Ballon riß sich nach beendeter Füllung von den Haltetauen los und verschwand in den Wolken. Er legte eine Strecke von 25 km zurück und fiel in Sichem zu Boden. In der Folge ließ man mehrere andere mit Steinkohlengas gefüllte Ballone von verschiedener Größe aufsteigen, so am 23. Februar 1784 in Antwerpen und am 24. Februar in Löwen; beide Ballone wurden etwa 6 Meilen vom Aufstiegort wiedergefunden.

Hiernach steht es also zweifellos fest, daß *J. P. Minckelers* als erster das Steinkohlengas zur Füllung eines Luftballons verwendet hat.

Einen weiteren interessanten Beitrag zu jener ältesten Geschichte der Gasverwendung in der Luftschiffahrt liefert *Lucien Bertin* in einer kleinen, im Jahre 1912 erschienenen Schrift mit dem Titel: „Les premiers emplois du gaz de houille en aérostation“[1]). Er gibt darin zahlreiche Bruchstücke aus Zeitungsberichten des Jahres 1783 und aus sonstigen schwer zugänglichen Aufzeichnungen wieder, so daß die kleine Schrift für die Geschichte der Luftschiffahrt von hervorragendem Interesse ist. Nach einer anschaulichen Schilderung der ersten Ballonaufstiege sowie der Eindrücke, die diese Ereignisse auf die Bevölkerung machten, bespricht *Bertin* die Schwierigkeiten, die sich bei der Füllung der Ballone sowohl mit heißer Luft wie mit Wasserstoff ergaben und welche die Versuche zur Auffindung eines anderen leichten Gases durchaus berechtigt erscheinen lassen.

Die Füllung der Montgolfièren bereitete zwar an sich keine Schwierigkeiten und vollzog sich auch ziemlich rasch, jedoch brachte die Mitführung eines offenen Feuers mancherlei Unannehmlichkeiten mit sich. Das Feuer mußte bald gedämpft, bald stärker geschürt werden, so daß die Stoffhülle leicht in Brand geraten konnte. Die mit Wasserstoff gefüllten Ballone boten zwar größere Sicherheit, dagegen war ihre Füllung langwieriger und kostspieliger, zumal zu jener Zeit die Schwefelsäure, wie schon erwähnt, noch sehr teuer war. So ist es denn sehr begreiflich, daß ein weitschauender Mann wie der *Herzog von Arenberg* alsbald nach dem Bekanntwerden der Versuche von *Montgolfier* und *Charles* die drei obengenannten Gelehrten der Universität Löwen damit beauftragte, ein neues, zur Füllung von Luftballonen geeignetes Gas ausfindig zu machen.

Über den ersten Aufstieg eines mit Leuchtgas gefüllten Ballons berichtet *Bertin*[1]) auf Grund eines Briefes, den der Sekretär des *Herzogs von Arenberg*, *Dey*, am 15. Februar 1784 von Brüssel aus schrieb und aus dem hier einige Stellen mitgeteilt seien:

„A notre retour aux Pays-Bas, le 16 novembre[2]), ils apportèrent au chateau d'Héverlé, à un quart de lieu de Louvain, séjour du Duc d'Aremberg pendant l'automne et le printemps, trois magasins de fer blanc, contenant 70 pots d'air inflammable chacun. Nous essayâmes sur le champ, au milieu de l'eau, d'en charger un petit ballon de baudruche que j'avais rapporté de Paris et qui n'avait que 14 pouces de diamètre. Il s'éleva rapidement et dès qu'il eut dépassé le batiment, il rompit le fil au moyen duquel on voulait le retenir. On put le suivre des yeux jusqu'à sa disparition totale et nous n'en entendimes plus parler.

Encouragés par ce premier succès, nous nous mîmes dès le lendemain à l'ouvrage pour remplir un ballon de baudruche verni à l'esprit de vin que j'avais fait, il y avait plus de six semaines, en collant ensemble 400 feuilles de 4 pouces carrés, et qui . . . . . contenait quarante pieds cubes. Une forge à double souffiet et 3 de ces canons dont parle dans sa lettre *M. de Thysbaert* — qui ne sont que de forts canons de carabine d'un pouce ou plous de diamètre — furent tout l'appareil dont nous nous servîmes; la culasse de deux canons était continuellement dans le feu de la forge, pendant qu'on faisait refroidir, qu'on vidait et qu'on remplissait le troisième de 5 à 6 pouces de hauteur de houille, recouverte jusqu'au bout du canon avec du sable. Un tuyau de prolongement en fer blanc conduisait l'air dans un entonnoir placé dessous un tonneau rempli d'eau, posé sur un baquet plein du meme fluide, que l'air dégagé de la houille remplaçait, après l'avoir traversé. . . . Le procédé exigea plus de sept quarts d'heures, et ne fut aussi long qu'à cause du peu de grandeur de l'ouverture des robinets. Le globe lesté d'un poids de 15 onces, s'éleva très rapidement. . . . .“

Noch im gleichen Jahre wie *Minckelers* hat *Alexander Lapostolle*, ein Apotheker in Amiens, in derselben Richtung Versuche angestellt, die jedoch noch viel weniger bekannt geworden sind. Weder in den Gemeinde- oder in den Departementsarchiven, noch in den Berichten der Akademie von Amiens findet man die Untersuchungen von *Lapostolle* über die Destillation von Steinkohlen und

---

nis von einigen seiner früheren Schüler seinen Hörsaal mit Steinkohlengas beleuchtet. Er starb im Alter von fast 76 Jahren am 4. Juli 1824. Im Jahre 1904 wurde ihm in seiner Vaterstadt ein Denkmal errichtet.

[1]) Vortrag auf der Hauptversammlung der Société Industrielle in Amiens. Druck von G. Stora, Amiens 1912. 29 Seiten.

[1]) A. a. O. S. 14.

[2]) *Minckelers* gibt als Tag des ersten Aufstiegs den 21. November an.

über die Verwendung des hierbei gewonnenen Gases zur Füllung von Luftballonen erwähnt. Nur ein Brief im Journal de Paris, den auch *H. d'Allemagne* auf Seite 547 seiner „Histoire du Luminaire" wiedergibt, enthält nähere Angaben hierüber.

Die Anregung zu seinen Versuchen erhielt *Lapostolle* durch *Charles Dallery*, der im Dezember 1783 in Amiens zwei Heißluftballone öffentlich aufsteigen ließ. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß *Lapostolle*, der damals Professor an der Medizinschule, „Apothicaire du Roy pour les maladies épidémiques" und Mitglied der Akademie von Amiens war, diesen Ballonaufstiegen beiwohnte und daß er in der darauffolgenden Woche in seinem Laboratorium im Jardin du Roy Versuche über die Herstellung eines leichten Gases anstellte, denn kaum drei Wochen nach dem Aufstieg *Dallerys*, am 4. Januar 1784, richtete er an das Journal de Paris einen Brief, in dem er die Verwendung des Steinkohlengases zur Füllung von Luftballonen empfahl. Aus diesem Briefe, der am 24. Januar in der genannten Zeitung erschien und den *L. Bertin*[1]) im Wortlaut wiedergibt, seien hier die wichtigsten Stellen angeführt:

„ . . . . il existe un moyen aussi simple que peu dispendieux pour avoir en moins de six heures une quantité de gaz inflammable telle qu'il le faudrait pour remplir un ballon propre, par sa capacité, à élever des hommes.

Ce gaz inflammable se trouve dans le charbon de terre; on l'en extrait par la distillation pneumatique. Dans les expériences que nous avons faites . . ., nous nous sommes convaincus que son dégagement s'opère avec une rapidité qui exige des précautions pour le conduire dans le ballon; il se dégage du charbon de terre, enfermé dans un appareil pneumatique et exposé à un violent coup de feu, une émanation composée de deux fluides aériformes, c'est-à-dire un gaz inflammable de la plus grande fugacité, et un autre fluide qui a pour principe un pétrole, mais tenu à l'état de vapeur par une grande quantité de fluide igné . . . . . avant de conduire ce fluide aériforme dans le ballon, on le fait passer dans une masse d'eau qui, en désunissant le pétrole de son dissolvant, s'en empare.

Le gaz inflammable, purifié par ce moyen, est de la plus grande beauté; la quantité de ce gaz retiré de cette manière est immense; . . . . . le charbon resté dans l'appareil après cette opération est encore propre à la combustion, il est dans l'état de koack; quant à celui qui est nécessaire pour effectuer le dégagement, il forme la seule dépense, en supposant toutefois qu'on ait en sa possession un appareil pneumatique."

Mangels anderer Aufzeichnungen muß dieser Brief als Beweis dafür gelten, daß es *Lapostolle*[2]) spätestens im Januar 1784 gelungen ist, aus Steinkohlen ein zur Füllung von Luftballonen geeignetes Gas herzustellen. Die erfolgreichen Versuche von *Minckelers* waren ihm sicherlich zu jener Zeit noch nicht bekannt; er hat auch nicht wie dieser den Versuch gemacht, das Steinkohlengas als Leuchtgas zu verwenden, Immerhin muß man neben *Minckelers* auch *Lapostolle* den Ruhm zuerkennen, das Steinkohlengas zuerst als Ballongas verwendet zu haben, und es ist merkwürdig genug, daß fast zu derselben Zeit zwei Apotheker, die beide Professoren der Chemie und der Physik waren, diese Entdeckung gemacht haben.

Erst 15 Jahre später weist auch *Philipp Lebon* bei der Beschreibung seiner Thermolampe in seinem Patent vom 6. Vendémiaire des Jahres VIII (28. September 1799) darauf hin, daß das Gas außer zum Leuchten und Heizen auch zur Füllung von Luftballonen verwendet werden kann.

[1]) A. a. O., S. 23.

[2]) *Alexander Lapostolle* wurde am 21. Dezember 1749 in Maubeuge geboren. Er war zwei Jahre bei einem Apotheker seiner Vaterstadt in der Lehre und studierte dann in Paris, wo *Baumé*, *Sage* und andere berühmte Chemiker seine Lehrer waren. Nach Beendigung seiner Studien ließ er sich 1774 in Amiens als Apotheker nieder. Von 1777 an hielt er Vorlesungen über Chemie und Naturwissenschaften und wurde einige Jahre später zum Professor der Chemie an der Medizinschule in Amiens ernannt. Er veröffentlichte zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten und erhielt viele Auszeichnungen. Er starb am 19. Dezember 1830.

Über Gelstrukturen[1]).

Von Prof. Dr. Richard Zsigmondy.

Referat von *Dr. W. Bachmann*, Göttingen.

Unter den Begriff eines *Gels* im weitesten Sinne schließt man u. a. ein sowohl *flüssigkeitshaltige* Gallerten, natürliche Schleime, gallertige Niederschläge usw., wie auch die *Trockenrückstände* dieser wasserhaltigen Produkte. Letztere sind zuweilen glasartig (durchsichtig), transluzent oder gänzlich undurchsichtig, dabei entweder feinporig oder massiv; immer aber sind es amorph erscheinende Gebilde.

Zu den typischen Gallerten rechnen die durch Erkalten (Gestehenlassen) vieler Kolloidlösungen entstandenen Gele, nämlich solche aus Leim-, Stärke- und Seifenlösungen usw. gebildeten Produkte, ferner durch Koagulation von Solen (z. B. der kolloiden Kieselsäure) beim Eintrocknen oder unter dem Einflusse zugefügter Reagentien entstandenen Erstarrungsprodukte. Auch bei chemischen Reaktionen zwischen konzentrierten Salzlösungen bilden sich häufig, wie *P. P. von Weimarn* zeigen konnte, gallertähnliche Körper.

Den eigentlichen Gallerten sind nun gewisse *mechanische Eigenschaften* zugehörig, die eine ausreichend scharfe begriffliche Trennung von anderen ähnlichen Systemen[2]) erlauben. In erster Linie ist hervorzuheben die ausgesprochene Elastizität und Formbeständigkeit, welche den Gallerten eignet und sie den starren elastischen Körpern (wie Stahl, Glas, Elfenbein) vergleichbar macht, von ihnen aber wiederum unterscheidet durch weitere Elastizitätsgrenzen, wie sie der Kautschuk in annähernd gleicher Weise besitzt. Diese charakteristischen Eigenschaften der Gallerten sind natürlich mit der Konzentration der zerteilten (festen) Substanz sehr variabel, indem eine kontinuierliche Skala vom tropfbar-flüssigen Zustande ausgehend, bis zur höchsten Konsistenz (fester Körper) durchlaufen werden kann. Schon bei einem sehr geringen Gehalt an fester Substanz (1—2 %) kann man solche Systeme als Gallerten ansprechen.

Theorien der Gelstrukturen wurden schon frühzeitig aufgestellt, bevor man die Mittel hatte, sie nachzuprüfen. Zwei Grundvorstellungen:

1. Die Gallertelemente sind sehr kleine, im Mikroskop nicht mehr sichtbare Kriställchen oder kristallartige Gebilde (*Frankenheim, Naegeli* u. a.),

[1]) Referat des Vortrages auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

[2]) Wie pech- und breiartigen oder plastischen Massen.

deren Zusammenhalt ermöglicht wird durch Anziehungskräfte zwischen den (im nassen Zustande) durch Wasserhüllen getrennten Elementen, die beim Übergang in den Solzustand einfach weitgehend auseinandertreten.

2. Die Gallerten bestehen aus zwei beschränkt mischbaren Flüssigkeiten (*Quincke, Bütschli, Hardy* u. a.), deren eine, die zähere, konsistentere, infolge eigentümlicher Wirkungen der Oberflächenspannung Schaum- bzw. Wabenwände zu bilden imstande ist, welche als Inhalt die andere (weniger konsistente, weil verdünntere, kolloidarme) umschließen.

Beide Vorstellungen finden wir in der *Micellar-*[1]) und *Wabentheorie*[2]) vertreten.

Die *Micellartheorie (C. v. Naegeli)* blieb zunächst unbestätigt, erst die Ultramikroskopie erkannte das an ihr Zutreffende.

Die *Wabentheorie* versuchte u. a. *O. Bütschli*, ihr Urheber, durch ausgedehntes experimentelles Material zu stützen, das allerdings eine ganz subjektive, wohl nicht unvoreingenommene Deutung von ihm erfuhr.

Auf der Basis der *Micellartheorie* konnte *Naegeli* und später *H. Ambronn* Erklärungen mannigfacher optischer Phänomene, wie der Doppelbrechung pflanzlicher und tierischer Fasern, von gedehnter Gelatine, ferner des Pleochroismus gefärbter Fasern geben.

Auch die *Wabentheorie* schien geeignet über manche Erscheinungen Aufschluß zu geben, wie über Elastizität und Formbeständigkeit usw.

Mit den wichtigen Phänomenen der Quellung versuchten sich beide Anschauungsweisen ebenfalls auseinanderzusetzen, mit einem größeren Anrecht auf Wahrscheinlichkeit wohl die Micellartheorie.

Während die Wabentheorie die Steine ihres Gebäudes Beobachtungen an makroskopischen oder mikroskopischen Gebilden entlehnte, blieb die *Micellartheorie* auf einem im wesentlichen *molekulartheoretischen* Boden, der erst, wie erwähnt, durch die Fortschritte der Kolloidchemie, insbesondere der Ultramikroskopie, an Festigkeit gewann. Man sah die Micellen *(Naegelis)* bzw. ihre „Verbände" mit eigenen Augen, man konnte Gallertstrukturen und die Vorgänge ihrer Entstehung verfolgen u. a. m. Auch *Bütschli* sah „Gallertstrukturen"; aber sie waren keine der unveränderten Gallerte eigenen, sondern *künstlich* hervorgerufene *Gerinnungsstrukturen*, die in ihrer Größenordnung wesentlich verschieden von ultramikroskopischen Dimensionen keinen Begriff von der Feinheit der wahren, primären Gallertstrukturen zu geben vermochten.

Bütschli unternahm, um in der Deutung des *Charakters seiner Gerinnungsstrukturen* sicher zu gehen, umfassende Vorstudien, die Deutung mikroskopischer Bilder überhaupt betreffend. Wenn nun schon diese Deutung der z. B. mit Alkohol, Chromsäure usw. erhaltenen Gelatinegerinnungen usw. dem individuellen Ermessen überlassen bleiben muß (da es sich immer um nahe der Auflösungsgrenze der Mikroskope liegende Gebilde handelt [cf. *Abbes* Studien, Ges. Werke, Jena]), so ist nach den Befunden der Ultramikroskopie[1]) die jenen Strukturen zugrunde liegende Heterogenität nicht einmal als die feinste (primäre) Struktur anzuerkennen. Die *Erstarrungsvorgänge*, welche zur Bildung der Gallerte führen und sich ultramikroskopisch studieren lassen[2]), zeigen, daß die Gallerte aus wesentlich kleineren Elementen, nämlich aus Amikronen und Submikronen, aufgebaut sind. Redner kommt an der Hand von Photogrammen auf diese ultramikroskopischen Befunde zu sprechen und weist des weiteren auf die *große Mannigfaltigkeit der Strukturbilder* hin, denen man beim Studium verschiedenartiger Gallerten, z. B. der Seifen usw.[3]) begegnet. Also *keineswegs* die Wabe oder irgend ein anderes „Strukturelement" ist *vorherrschend*. Die *Seifengallerten* sind z. B. Gewirre feinster submikroskopischer Fäden und Nadeln, die teilweise miteinander verfilzt sind; ein gleiches gilt von den *Bariummalonatgallerten*, die *Fr. Flade*[4]) kürzlich studiert hat. Auch die Seifengelstrukturen werden vom Redner an Photogrammen erläutert. Bei ihrer Bildung spielen Kristallisationsvorgänge eine ausschlaggebende Rolle, die auch bei der Bildung der *Niederschlagsgallerten P. P. v. Weimarns* in Frage kommen, nicht aber allgemein bei der Bildung *jeder* Gallerte angenommen werden können, wie *P. P. v. Weimarn* will. Wenigstens sprechen zurzeit noch keine experimentellen Tatsachen für diese Ansicht.

Wie ungemein fein die in Gelen vorhandenen *Hohlräume* sein können, das führt Redner an der Hand seiner Theorie der Dampfspannungsisothermen getrockneter (glasiger) Kieselgele aus, die durch seine eigenen[3]) und durch Arbeiten seiner Schüler[5]) gestützt ist und ein Maß für die Größe der Hohlräume eines Gels aus seinen Isothermen abzuleiten gestattet. Die *Dampfdruckerniedrigung* der in solchen Gelen vorhandenen Flüssigkeiten ist danach auf Ausbildung konkaver Menisken zurückzuführen, also auf *Kapillarwirkungen*, nicht aber auf Bildung und Zersetzung von Hydraten usw. Die bekannten Wässerungs- und Entwässerungskurven *van Bemmelens* werden vom Redner unter Zugrundelegung seiner Theorie diskutiert und erklärt. Tränkt man die SiO_2-Gele mit anderen Flüssigkeiten als Wasser, so erhält man ganz verwandte Dampfspannungsisothermen. Diese Tatsache, welche *Anderson*[6]) fand, sowie die Beobachtung *Bachmanns*[6]), daß es sich bei der Tränkung (Imbibition) dieser porösen Gebilde nur um *Hohlraumerfüllung* handelt — die aufgenommenen Flüssigkeitsmengen stehen untereinander im Verhältnis ihrer spezifischen Gewichte —, beweist abschließend die Richtigkeit der Theorie des Redners.

[1]) *C. v. Naegeli.*
[2]) *O. Bütschli.*

[1]) Cf. *W. Bachmann*, Z. anorg. Chem. *73* (1911), 125 ff.
[2]) Cf. *R. Zsigmondy* und *W. Bachmann*, Kolloid-Zeitschrift *XI*. 145—157.
[3]) Z. anorg. Chem. *81*, S. 173 (1913).
[4]) Z. anorg. Chem. *71* (1911).
[5]) *R. Zsigmondy, W. Bachmann*, und *E. F. Stevenson*, Z. anorg. Chem. *75* (1912), 189 ff. *W. Bachmann*, Z. anorg. Chem. *79* (1912), S. 207. *Anderson*, Inaug.-Diss. 1913, Göttingen (noch nicht gedruckt).
[6]) Loc. cit.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zu den Zuschriften der Herren R. J. Meyer und H. v. Dechend.

An die einleitende Bemerkung zu meinem Aufsatz: „Neue Elemente?" knüpften die Herren *R. J. Meyer*, Berlin (Heft 39, 937, 1913), und *H. v. Dechend*, Freiburg (Heft 41, 985, 1913), längere Entgegnungen. Auf die sachlichen Ausführungen des ersteren möchte ich nicht näher eingehen, weil sowohl für den Fachmann wie für den Erkenntnistheoretiker ohnehin leicht ersichtlich ist, inwiefern sie den Grundgedanken meiner Einleitung nicht treffen. Die Darstellung der Geschichte der Kanalstrahlen durch Herrn *von Dechend* ist für die Beurteilung der Frage, in welchem Zeitabschnitt sich gegenwärtig die deutsche *Physik* befindet, sicher von Interesse; mit meiner Beurteilung der gegenwärtigen Lage der *Chemie* in Deutschland hat sie nichts zu tun. Was von der Entdeckung der neuen Elemente von *Thomson* herrührt, ist in meinem Aufsatz durch die jeweilige Nennung des Namens *Thomson* ausdrücklich hervorgehoben. Nur ein ganz krasser Laie — und daraus besteht der Leserkreis der „Naturwissenschaften" nicht — oder ein sehr unaufmerksamer Leser kann zu der Meinung kommen, alles zur näheren Erläuterung der Thomsonschen Entdeckungen über die Kanalstrahlen und ihre Analyse Gesagte sei selbst auch von *Thomson* Entdecktes, wie es Herr *von Dechend* befürchtet. Die für die Chemie wichtige Anwendung der Kanalstrahlenablenkung ist geistiges Eigentum von *Thomson*, was auch Herr *von Dechend* nicht bestreitet.

Bernried, den 1. Oktober 1913. *Hans von Liebig.*

Erwiderung auf das Vorstehende.

Wenn Herr *von Liebig* es für richtig hält, auf meine sachlichen Ausführungen mit einigen nichtssagenden und überlegenen Worten zu erwidern, so kann dies in einer durch nichts gerechtfertigten Überschätzung oder auch in der Erkenntnis der unhaltbaren Schwäche seines Standpunktes begründet sein. In beiden Fällen erübrigt sich eine weitere Diskussion.

Was die Beurteilung der Erwiderung des Herrn *von Dechend* betrifft, so sei mir erlaubt, folgendes anzuführen: Wenn Herr *von Liebig* den angeblichen Niedergang der deutschen Chemie durch Aufführung der chemischen Großtaten anderer Nationen beweisen wollte, so hätte er *Thomsons* Arbeiten überhaupt nicht heranziehen sollen. *Thomson* ist Physiker und seine Forschungen über die Kanalstrahlen, über die Herr *von Liebig* berichtet hat, sind rein physikalischer Natur. Daß diese für den Chemiker von großem Interesse sind, ist richtig, aber das Gleiche gilt auch von manchen anderen physikalischen Arbeiten. Es ist ebensowenig eine „chemische" Entdeckung, wenn durch eine selektive Ablenkung der Kanalstrahlen die Existenz neuer Elemente wahrscheinlich gemacht wird, als wenn dies etwa durch Spektralanalyse geschieht. Wenn also Herr *von Liebig* selbst keinen strengen Unterschied zwischen chemischer und physikalischer Entdeckung macht, indem er *Thomsons* Forschungen zu Ungunsten der deutschen Chemie ins Gefecht führt, so hat auch Herr *von Dechend* das Recht, die weitgehende schöpferische Mitarbeit zu betonen, die die deutsche physikalische Wissenschaft dabei geleistet hat.

Berlin, den 3. Oktober 1913. *R. J. Meyer.*

Wir schließen hiermit die Diskussion über diesen Gegenstand und bemerken dazu, daß wir selbstverständlich Herrn *von Liebig* in der Darlegung und Begründung seines Standpunktes volle Freiheit gelassen haben, daß auch wir diesen Standpunkt aber für ganz unhaltbar ansehen. In dieser Auffassung werden wir noch dadurch bestärkt, daß Herr *von Liebig* sachlichen Einwendungen gegenüber es ablehnt, sachlich zu entgegnen. Die Herausgeber.

Besprechungen.

Willstätter, Richard, und Arthur Stoll, Untersuchungen über Chlorophyll. Berlin, Julius Springer, 1913. VIII, 424 S., 16 Fig. und 11 Taf. Preis geh. M. 18,—, geb. M. 20,50.

(Selbstanzeige.)

Das Buch enthält eine Reihe unveröffentlichter Untersuchungen über die Analyse der Blattfarbstoffe, über die Isolierung des Chlorophylls und über seinen Abbau. Die neuen Arbeiten sind mit den hauptsächlichen Ergebnissen meiner in den letzten Jahren veröffentlichten Abhandlungen zu einem einheitlichen Bilde zusammengefaßt, zu welchem eine Schilderung der Methode und eine Erörterung der Konstitutionsfrage hinleitet.

Das in Substanz immer unbekannt gebliebene Chlorophyll wird als ein Thema der Strukturforschung dem Chemiker näher gerückt, die quantitative Bestimmung der Blattfarbstoffe liefert dem Pflanzenphysiologen Hilfsmittel für Studien über die Assimilation, die Ergebnisse der Analyse sollen agrikulturchemische Forschungen über die Versorgung der Nutzpflanzen mit Magnesium anregen. Somit wenden sich die „Untersuchungen über Chlorophyll" an einen weiten Kreis von Naturforschern; dadurch mag es sich rechtfertigen, sie in Buchform herauszugeben. Da sie auf dem Grenzgebiete von mehreren Disziplinen liegen, wären sie in einer chemischen Zeitschrift nicht genügend zugänglich. Abhandlungen, die für den Botaniker, Chemiker und Agrikulturchemiker bestimmt sind, werden dort von keinem gelesen, namentlich nicht von den Agrikulturchemikern, von denen nicht wenige seit *Liebigs* Zeit die Lektüre chemischer Journale verlernt und vergessen haben. Wie sollte ich es anders verstehen, wenn *H. Immendorf* im Bande „Chemie" von „Die Kultur der Gegenwart" den Magnesiumgehalt des Chlorophylls als zweifelhaft hinstellt, wenn ein anderer hervorragender Agrikulturchemiker meine Arbeiten als Untersuchungen von *Rossel* bespricht, weil dieser schweizerische Schriftsteller in Tageszeitungen einige Male auf sie hingewiesen hat?

In jedem grünen Blatt finden sich zwei grüne und zwei gelbe Pigmente. Um sie nach Menge und Verhältnis zu bestimmen, wird eine Methode beschrieben. Der Vergleich der verschiedenen Pflanzen ergibt die Identität ihres Chlorophylls, während noch vor ein paar Jahren die Hypothese, daß es eine unendliche Zahl von Chlorophyllen gebe, hoch im Kurse stand. Eine Ausnahmestellung kommt den Braunalgen zu, die einen dritten gelben Farbstoff und die beiden grünen in einem ungewöhnlichen quantitativen Verhältnis aufweisen. Streitfragen der Botaniker über die Pigmente der Phaeophyceen werden entschieden; diese Algen sind braun, nicht weil das Chlorophyll in der Form eines braunen Derivates in ihnen vorkommt, sondern weil seine Farbe von viel Fucoxanthin verdeckt wird.

Nach dem Verfahren, das in dem Buch veröffentlicht wird, läßt sich Chlorophyll so leicht darstellen wie irgend ein anderer Pflanzenstoff, wie ein Alkaloid oder ein Zucker. Der künftigen Arbeit des Chemikers sind die ersten Schwierigkeiten aus dem Wege geräumt. Der Abbau der hochmolekularen Verbindung, der hier geschildert wird, ist nun bis zu einer sauerstoffreien Muttersubstanz, dem Ätiophyllin ($C_{31}H_{34}N_4Mg$), geführt worden. Das magnesiumfreie Derivat desselben, das

Atioporphyrin, ist das erste noch hochmolekulare Produkt, das aus dem Chlorophyll und aus dem Hämin hervorgeht. Die Bildung aus dem letzteren zwingt dazu, die allgemein angenommene empirische Formel des Hämins abzuändern; sie führt zu neuen Gedanken über die Konstitution des Hämins und über das Gemeinsame und das Unterscheidende von Blut- und Blattfarbstoff. *R. Willstätter, Berlin-Dahlem.*

Hess, V. F., Beobachtungen der durchdringenden Strahlung bei sieben Freiballonfahrten. Bericht. Akad. Wien. CXXI. Nov. 1912.

Die durchdringende Strahlung, welche man in geschlossenen Ionisationsgefäßen mit dicken Metallwänden beobachtet, konnte bis jetzt auf drei Ursachen zurückgeführt werden: 1. auf die radioaktiven Substanzen in der Erde, 2. auf den radioaktiven Beschlag der Erdoberfläche und 3. auf die γ-strahlenden Zerfallsprodukte der Emanation in der Luft.

Unter Berücksichtigung der bekannten Absorptionskoeffizienten der γ-Strahlen sollte die von der Erde kommende γ-Strahlung bereits in 500 m Höhe bis auf etwa 10 % absorbiert sein. Die experimentellen Beobachtungen haben demzufolge bei einer Erhebung von einigen hundert Metern über dem Erdboden stets eine Abnahme der durchdringenden Strahlung dargetan. Bereits früher hat aber *A. Gockel* bei Erhebungen über 1000 m bis zu 2800 m keine weitere Abnahme, sondern im Gegenteil sogar eine schwache Zunahme der durchdringenden Strahlung beobachtet. In der vorliegenden Abhandlung berichtet Herr *Hess* über mit großer Sorgfalt angestellte Beobachtungen der durchdringenden Strahlung bei einer Reihe von Ballonfahrten, welche insbesondere die Größe der durchdringenden Strahlung in noch größeren Höhen feststellen sollten.

Als Beobachtungsapparate dienten die von *Wulf* konstruierten, deren Wandung aus 3 mm dickem Messing bestand. Innen war das Messing verzinkt, wodurch eine geringere Sekundärstrahlung erhalten wurde. Es wurden zwei Apparate von zwei beziehungsweise drei Litern Inhalt des Ionisationsraumes benutzt. Sie waren vollkommen luftdicht verschlossen. Ein dritter Apparat von 16,7 Litern Inhalt war aus ganz dünnem Zinkblech gefertigt; mit demselben wurden also auch β-Strahlen gemessen. Dieser Apparat war nicht luftdicht verschlossen. Beobachtet wurde durch stündliche Ablesung des Wulfschen Elektrometers. Gegen Temperaturschwankungen waren die Apparate gut kompensiert. Bei plötzlicher Abkühlung um 20° trat nicht die geringste Änderung der Fadenstellung ein.

Die Resultate des Verfassers lassen sich am besten aus der folgenden Mittelswertstabelle ersehen, welche die Beobachtungen aller sieben Fahrten enthält:

Mittlere Höhe über dem Boden	Beobachtete Strahlung, ausgedrückt durch die pro Kubikzentimeter und Sekunde gebildete Ionenzahl			
	Apparat I	Apparat II	Apparat III	
			reduziert	nicht reduziert
0 (am Boden) . .	16,3 (18)	11,8 (20)	19,6 (9)	19,6 (9)
bis 200 m . .	15,4 (13)	11,1 (12)	19,1 (8)	18,5 (8)
200— 500 m . .	15,5 (6)	10,4 (6)	18,8 (5)	17,7 (5)
500—1000 m . .	15,6 (3)	10,3 (4)	20,8 (2)	18,5 (2)
1000—2000 m . .	15,9 (7)	12,1 (8)	22,2 (4)	18,7 (4)
2000—3000 m . .	17,3 (1)	13,3 (1)	31,2 (1)	22,5 (1)
3000—4000 m . .	19,8 (1)	16,5 (1)	35,2 (1)	21,8 (1)
4000—5200 m . .	34,4 (2)	27,2 (2)	—	—

Die bei jedem Werte in Klammern beigefügte Ziffer bedeutet die Zahl der Beobachtungen, aus denen das Mittel genommen wurde.

Bei dem nicht luftdicht abgeschlossenen Apparat III sind die reduzierten Werte auf normalen Druck bezogen. Diese Reduktion ist zwar etwas willkürlich, da es fraglich ist, ob sie ohne weiteres auf die von den Wänden ausgehende Sekundärstrahlung anwendbar ist, immerhin dürften die auf diese Weise reduzierten Werte eine größere Annäherung an die Wirklichkeit darstellen als die nicht reduzierten Werte.

Aus der Tabelle ersieht man, daß die Abnahme der Strahlung sich bis zu ungefähr 1000 m über dem Erdboden erstreckt. Aus der Größe der Abnahme läßt sich schließen, daß die γ-Strahlung der Erdoberfläche und der obersten Bodenschichten in Zinkgefäßen am Erdboden keine größere Ionisation als etwa drei Ionen pro Kubikzentimeter und Sekunde erzeugen kann.

Von großem Interesse ist die Zunahme, die nach der Tabelle die durchdringendere Strahlung in größerer Höhe erfährt. Die Zunahme erreicht in 3000 bis 4000 m Höhe bereits 50 % der gesamten am Erdboden beobachteten Strahlung. In 4000 bis 5200 m ist die Strahlung bereits um 15 bis 18 Ionen stärker als auf der Erde. Auch die in dem Apparat III beobachtete weichere Strahlung verhält sich ebenso.

Vergleicht man den Anstieg der Strahlung in größeren Höhen mit der in den unteren Schichten beobachteten Abnahme, so sieht man, daß die Strahlung in größeren Höhen sehr viel durchdringender ist als die in der Nähe des Erdbodens beobachtete.

Der Erklärung der Zunahme der Strahlung in größerer Höhe durch den bekannten Radiumgehalt der Atmosphäre und des Erdbodens stehen große Schwierigkeiten entgegen. Der Verfasser schließt auf eine Strahlung von sehr hoher Durchdringungsfähigkeit, welche von obenher in unsere Atmosphäre eindringt und auch noch in deren untersten Schichten einen großen Teil der in geschlossenen Gefäßen beobachteten Ionisation erzeugt. Die Intensität dieser Strahlung scheint zeitlichen Schwankungen unterworfen zu sein.

Da im Ballon weder bei Nacht noch bei einer Sonnenfinsternis eine Verringerung der Strahlung beobachtet werden konnte, so kann die Sonne als direkte Quelle dieser hypothetischen, durchdringenden Strahlung nicht angesehen werden. Eine andere Quelle derselben läßt sich freilich noch nicht angeben.

Bei einer kürzlich veranstalteten Freiballonfahrt konnte der Verfasser die Erhöhung der durchdringenden Strahlung oberhalb 3000 m bis in eine Höhe von 4100 m nochmals bestätigen. *(Physik. Zeitschr. 14,* 617, 1913.)

Erich Regener, Berlin.

Martienssen, O., Die Gesetze des Wasser- und Luftwiderstandes und ihre Anwendung in der Flugtechnik. Berlin, Julius Springer, 1913. 131 S. Preis geh. M. 5,40, geb. M. 6,—.

Das vorliegende Büchlein stellt sich die dankenswerte Aufgabe, einen mit der üblichen Hochschulmathematik bekannten Leser in die Gesetze des Luft- und Wasserwiderstandes einzuführen, und zwar soll dies geschehen auf der sicheren Basis der in der theoretischen Physik seit langer Zeit bekannten hydrodynamischen Grundgleichungen und Prinzipien. Die praktische Flugtechnik hat bisher von der theoretischen Hydrodynamik verhältnismäßig wenig Nutzen gezogen. Die theoretische Hydromechanik verlangt freilich auch eine gründliche Kenntnis der mathematischen Physik, so daß es zu verstehen ist, wenn der Praktiker, der schnell handgreifliche Resultate haben will, sich ganz von dieser Theorie ab-

wendet, freilich um dann häufig genug seine eigenen, meist wenig logischen Anschauungen sich zu entwickeln.

Erst die neueste Zeit hat darin Wandel geschaffen. Theoretische Physiker haben sich der ebenso interessanten wie schwierigen Frage angenommen, in eigens dazu eingerichteten Versuchsanstalten (Göttingen) werden die Formeln der theoretischen Mechanik geprüft. Es hat sich gezeigt, daß die theoretische Hydrodynamik in keinem Widerspruche mit der Praxis steht, daß sie im Gegenteil imstande ist, ihr neue, aussichtsreiche Wege zu weisen.

O. Martienssen macht uns in seinem Buche in den ersten fünf Kapiteln zunächst mit den Prinzipien der Hydrodynamik, den Eulerschen Grundgleichungen und den Gesetzen der inneren Reibung bekannt. Im sechsten und siebenten Kapitel werden dann die Widerstandsgesetze entwickelt. Es ist in dieser Zeitschrift vielleicht am Platze, die Schlußformel, die der Verfasser für den Widerstand K eines Körpers aufstellt, der sich mit der Geschwindigkeit V bewegt, anzuführen. Es sei daran erinnert, daß die bekannte Newtonsche Formel für eine senkrecht vom Winde getroffene Platte für den Widerstand K

$$K = \frac{1}{2}\,\gamma\, V^2 F$$

lautet, wo γ die Dichte der Luft, F die Oberfläche der Platte bedeutet. Für einen beliebig geformten Körper wird jetzt angegeben (*Martienssen* Seite 71):

$$K = \frac{1}{2}\,\zeta_0\left(1-\zeta_\mu\right)\gamma\, F\, V^2 + \zeta_R\, B_m \sqrt{\gamma\,\mu\, L_m}\, V^3.$$

Dabei bedeutet F den größten Querschnitt des Körpers senkrecht zu der Bewegungsrichtung V des Körpers, L_m die mittlere Länge der benetzten Oberfläche in Richtung der Strömung, B_m die mittlere Breite der benetzten Oberfläche senkrecht zur Strömung, μ den Reibungskoeffizienten der Luft. ζ_0, ζ_μ, ζ_R sind Koeffizienten, die von der Körperform abhängen, und zwar hängt ζ_0 im wesentlichen von der Körperform vor dem größten Querschnitt F ab und nimmt von dem Werte 1 bei sehr stumpfer Form mit dem Grade der Zuspitzung allmählich ab; ζ_μ hängt in erster Linie von der Körperform hinter dem größten Querschnitt, aber auch von dem Reibungskoeffizienten der Flüssigkeit ab und nimmt von dem Werte Null bei stumpfer Form des hinteren Körperteils mit der Verlängerung hinter dem größten Querschnitt bis zum Maximalwerte von 1 zu; ζ_R ist ein ebenfalls nur von der Körperform abhängiger Koeffizient, der vom Werte 1,33 bei sehr spitzer Körperform bis etwa 5 bei sehr breiter Körperform zunimmt.

Diese Formel ist zwar ungleich komplizierter als die alte Newtonsche, aber die letztere bezog sich auch nur auf eine Platte und war nur unter annähernden Voraussetzungen abgeleitet, während die vielen Koeffizienten der neuen Formel dieselbe auch ungleich inhaltsvoller und leistungsfähiger machen.

In den übrigen Kapiteln des Buches werden dann die experimentellen Resultate über den Luftwiderstand, die zum Fliegen benötigte Leistung, die Stabilitätsbedingungen der Flugzeuge und die Luftpropeller behandelt. Besonderer Wert wird darauf gelegt, zu zeigen, innerhalb welcher Geschwindigkeitsgrenzen die Gesetze Gültigkeit haben.

Das Büchelchen ist sorgfältig und in angenehmer Lesart geschrieben. Es wird dem Physiker und Techniker zur Einführung in diese neueste Disziplin der technischen Physik von bestem Nutzen sein.

Erich Regener, Berlin.

Sackur, Otto, Lehrbuch der Thermochemie und Thermodynamik. Berlin, Julius Springer, 1912. VIII, 340 S. u. 46 Fig. Preis geh. M. 12,—, geb. M. 13,—.

Die Erkenntnis, daß die Ergebnisse, welche das Studium der Beziehungen zwischen Wärme und mechanischer Arbeit gezeitigt hat, auch für das tiefere Eindringen in chemische Vorgänge als Führer geeignet sind, hat zur Ausgestaltung der *chemischen Thermodynamik* geführt. Sie bildet heute den tragfähigsten Teil des Fundaments, auf welchem das Lehrgebäude der theoretischen Chemie errichtet worden ist. Ihre Bedeutung für alles chemische Geschehen erhellt zudem aus der Tatsache, daß eine Reihe von chemisch-technischen Prozessen als besonders instruktive Schulbeispiele für die Anwendbarkeit der Thermodynamik auf chemische Vorgänge dient, zu deren Beherrschung andererseits behufs rationeller Weiterbildung ihre Betrachtung auf thermodynamischer Grundlage unerläßlich scheint.

Dem somit von den beiden extremen Seiten — der Theorie und der Technik — regen Bedürfnis nach Kenntnisnahme der Grundlehren der chemischen Thermodynamik kommt bereits eine Reihe vortrefflicher Werke entgegen. Das vorliegende Buch dürfte trotzdem gerade den Chemikern sehr willkommen sein. Es ist kurz und klar geschrieben, die Voraussetzungen bezüglich mathematischer und physikalischer Kenntnisse überschreiten kaum das dem Chemiker geläufige Maß. Dabei ist es inhaltreich und führt bis in die neueste Entwicklung des Gebietes, an deren Ausgestaltung ja der Verfasser selbst erfolgreichen Anteil genommen hat.

Es werden zunächst die Grundlagen der Thermometrie und Kalorimetrie behandelt, sodann das Verhalten der Körper beim Erwärmen, wobei die Theorie der spezifischen Wärme fester Stoffe von *Einstein* und die Untersuchungen von *Nernst* in ihren für das Verständnis wesentlichen Teilen gebracht werden. Es folgt der erste Hauptsatz und seine Anwendungen. Kürzer als der Titel des Buches es vermuten läßt, dem Zwecke des Werkes aber völlig entsprechend, ist die Behandlung der Thermochemie. Als besonders wohlgelungen sind die Darlegungen über den zweiten Hauptsatz und den Entropiebegriff zu bezeichnen, wenn hier auch natürlich der teilweise Anschluß an ein so mustergültiges Vorbild wie die Plancksche Darstellung nicht zu umgehen war. Ausführlich werden sodann die speziellen chemischen Anwendungen behandelt, die Theorie der Lösungen, das Gesetz der chemischen Massenwirkung und die Beziehungen zur Elektrochemie. Abseits davon liegen die thermoelektrischen Erscheinungen. An diese reihen sich die Beziehungen zwischen Kapillarität und Thermodynamik, bei deren Besprechung das für die Chemie Wichtige besonders betont wird. Endlich folgt eine kurze Behandlung der Wärmestrahlung. Das letzte Kapitel ist dem Nernstschen Wärmetheorem gewidmet. Der Verfasser folgt dabei zunächst dem Gedankengange von *Nernst*, nach welchem aus einer thermodynamisch möglichen aber nicht notwendigen Hypothese über die Beziehungen zwischen Wärmetönung und maximaler Arbeit bei chemischen Reaktionen bei sehr tiefen Temperaturen Folgerungen gezogen werden, die bei allen Temperaturen Gültigkeit besitzen und daher der experimentellen Prüfung zugänglich sind. Der Verfasser bringt dann in allgemeinen Erörterungen über das Nernstsche Wärmetheorem eine deduktive Ableitung aus einem allgemeinen Prinzip über das Wesen der Wärme und der thermodynamischen Funktionen, indem er zeigt, daß das Nernstsche Wärmetheorem sich auf zwei Annahmen aufbauen läßt, nämlich erstens, daß alle stofflichen Eigenschaften, die mit sinkender Temperatur einem endlichen Grenzwerte zu-

streben, dies asymptotisch tun, und zweitens, daß die Entropie am Nullpunkte nicht unendlich wird und daher ebenfalls zu ihrem Grenzwerte hin konvergiert.

Es kann nicht zweifelhaft sein, daß das Buch insbesondere von seiten der Chemiker begrüßt wird als ein zuverlässiger und nicht zu unbequeme Wege weisender Führer durch ein Gebiet, in dem sich zurechtzufinden ihnen zur Notwendigkeit geworden ist.

A. Coehn, Göttingen.

Ekecrantz, Thor, Geschichte der Chemie. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1913. VIII, 232 S. u. 25 Abbildungen im Text. Preis geh. M. 8,50, geb. M. 10,—.

In der vorliegenden kleinen Schrift behandelt der Verfasser die Geschichte der Chemie von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart, und zwar sind der Zeit vor *Lavoisier* etwa 90 Seiten, der Zeit von *Lavoisier* bis zur Mitte des neunzehnten Jahrhunderts etwa 80 Seiten und der Entwicklung der Chemie seit dieser Zeit bis zur Gegenwart noch etwa 50 Seiten gewidmet. In den 8 Kapiteln des Buches wird zunächst immer eine allgemeine Übersicht über die gerade zur Behandlung stehende Epoche gegeben, und daran schließen sich kurze biographische Notizen über die Forscher an, die in jener Zeit auf die Entwicklung der Chemie von größerem Einfluß gewesen sind; diese, durch zahlreiche Porträts belebten biographischen Notizen machen etwa ein Drittel des ganzen Buches aus.

Der ganzen Darstellungsweise nach wendet sich die Schrift an weitere Kreise des naturwissenschaftlich interessierten Publikums und wird zweifellos von vielen mit Vergnügen gelesen werden. Am besten sind dem Verfasser wohl die Abschnitte über die ältere Geschichte der Chemie gelungen. Die sehr viel schwierigere Darstellung der Entwicklung, die die Chemie in neuerer Zeit, etwa in den letzten dreißig Jahren, genommen hat, also der Entwicklung, die die Mehrzahl der Leser wohl ganz besonders interessieren würde, erscheint dem Referenten etwas dürftig. Daß der Name *Nernst* in dem Buche überhaupt nicht erwähnt wird, berührt etwas eigentümlich, mag man auch gern zugeben, daß eine Darlegung der Bedeutung, die *Nernsts* Arbeiten für die Chemie besitzen, in dem engen Rahmen des Buches nicht ganz leicht ist, aber gerade bei solcher Gelegenheit hätte der Autor besser als in jenen Kapiteln, die auch von anderen oft bearbeitet worden sind, zeigen können, was er kann. Auch einen Hinweis auf die schönen Arbeiten, die die direkten experimentellen Beweise für die Atomtheorie gebracht haben, hat der Referent vergeblich gesucht.

Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.

Börnstein, R., Leitfaden der Wetterkunde. Dritte umgearbeitete und vermehrte Auflage. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1913. 8°. X, 270 S. u. 26 Tafeln. Preis M. 7,—.

Dieser Leitfaden hat sich rasch Freunde erworben, und es ist daher sehr zu begrüßen, daß wiederum eine neue Auflage ausgegeben ist. Leider ist es auch die letzte, welche der Verfasser selbst besorgen konnte, denn sie erschien gerade an des Verfassers Todestage (13. Mai 1913).

Eins der Hauptkennzeichen dieses gemeinverständlichen Leitfadens ist, daß eine Menge neuerer Forschungsergebnisse in ganz wenigen Worten geschickt in den Text eingeflochten sind. So gewinnt man schnell einen, wenigstens flüchtigen, Überblick über den heutigen Stand der Forschung und hat, da ausführliche Literaturhinweise gegeben sind, die Möglichkeit, sich verhältnismäßig leicht über die einzelnen Fragen weiter zu unterrichten. Ein tieferes Eingehen in die Probleme wurde schon deshalb vermieden, weil sich der Verfasser vorzugsweise an solche Leser wendet, die der Wetterkunde bisher fernstanden und für sie gewonnen werden sollen.

Das zweite Charakteristikum des Buches ist die starke Betonung der angewandten Meteorologie und die genaue Schilderung der Organisation des Wetterdienstes in den verschiedenen Ländern. Dem Verfasser, der ja selbst an der Entwicklung der praktischen Wetterkunde lebhaften Anteil hatte, stand hierfür auch viel ungedrucktes Material zur Verfügung, so daß der Abschnitt „Wetterdienst" in keinem ähnlichen Buche gleich vollständig und zuverlässig ist.

Die Einteilung des Stoffes ist die in der Meteorologie übliche. Nach einer Einleitung (Zusammensetzung der Atmosphäre, graphische Darstellung der meteorologischen Elemente u. dgl.) werden nacheinander Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung, Niederschlag, Luftdruck, Wind, Wetter und Wetterdienst besprochen. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß in der neuen Auflage viel Neues hinzugekommen ist. Neben manchen anderen Dingen wurden namentlich dabei berücksichtigt die Studien über Zusammensetzung und Temperatur der oberen Luftschichten, die obere Inversion, Sonnenstrahlung, Entstehung besonderer Wolkenformen, Sonnenscheindauer, Dämmerungsfarben, Luftdruck im absoluten Kraftmaß, allgemeines Windsystem, Blitzgefahr, Luftelektrizität, Temperaturverteilung in Zyklonen und Antizyklonen, Guilbertsche Regel über Beziehung zwischen Depressionszug und Windstärke, Isallobaren, Verwendung von Pilotballons usw.

R. Süring, Potsdam.

Picard, Emile, Das Wissen der Gegenwart in Mathematik und Naturwissenschaft. Autorisierte deutsche Ausgabe mit erläuternden Anmerkungen von *F.* und *L. Lindemann*. Leipzig, B. G. Teubner, 1913. IV, 292 S. Preis geb. M. 6,—.

Es hängt teils mit der noch nicht eben lange überstandenen Jahrhundertwende, teils mit dem Stande der Spezialforschung, teils mit dem persönlichen Geiste der jetzigen Generation zusammen, daß fortwährend Bücher erscheinen, die die Errungenschaften der Naturlehre von einem höheren Standpunkte aus zu betrachten streben. Und diese Bücher lassen sich in drei Klassen einteilen: erstens die optimistischen, die mit Faustens Famulus darin schwelgen, wie herrlich weit wir's doch gebracht; zweitens die pessimistischen, die bei aller Anerkennung der Spezialforschung erklären, daß wir in ein Labyrinth von Vorstellungen, in ein Dickicht von Hypothesen geraten sind, aus dem uns höchstens ein Gewaltstreich befreien könnte; und endlich drittens die kritischen, die nach der einen wie der anderen Seite Maß zu halten bemüht sind und der Befriedigung über das immerhin schon Erreichte die Hoffnung auf weiteren stetigen Fortschritt an die Seite stellen.

Das vorliegende Buch *Picards* gehört zur dritten Klasse. Es stammt aus der Feder eines Mannes, der nach dem jähen Tode *Poincarés* als der erste unter den französischen Mathematikern höheren Schwunges und weitschauenden Geistes anzusprechen ist. Das zeigt sich schon darin, daß der hier gelieferte Überblick bis zur Biologie und Physiologie, Botanik und Zoologie, Medizin und Bakteriologie reicht. Der Schwerpunkt freilich liegt begreiflicherweise in den exakten Disziplinen, und hier wieder in den Prinzipienfragen der Analysis, Mechanik, Energetik und Molekulartheorie. In jedem dieser Kapitel wird weit ausgeholt, und das mit Recht; denn nur wenn man von den Anschauungen und Feststellungen ausgeht, durch die die Klassiker der exakten Wissenschaften die Grundsteine gelegt haben, vermag man einzusehen, was es für einen Sinn hat und haben kann, wenn in unseren Tagen dieser oder jener der gedachten

Grundsteine verrückt oder gar umgestoßen wird, um, ohne daß der Bau Gefahr läuft, einzustürzen, rasch durch einen anderen ersetzt zu werden. Man lese daraufhin beispielsweise die Seiten, in denen die Frage nach der mechanischen Erklärung der Naturerscheinungen untersucht wird, oder das Kapitel über Optik und Elektrizität. Wiederholt vertritt dabei *Picard* die sehr lobenswerte Ansicht, daß es gar nicht immer nötig ist, eine einheitliche Theorie zugrunde zu legen, daß die Wissenschaft vielmehr nicht selten am meisten dadurch gefördert worden ist und gefördert wird, daß man den Tatsachen von mehreren Seiten aus beizukommen versucht.

Trotz seiner Gedrungenheit enthält das Buch eine Fülle von Material an Tatsachen und Theorien, und besonders wohltuend wirkt der ruhig-sachliche Ton, mit dem auch die Kontroversen besprochen werden. Der einzige Mangel vielleicht ist es, daß das Buch zu dem Wege von seiner geistigen Entstehung bis zur deutschen Ausgabe eine Reihe von Jahren gebraucht hat, und daß infolgedessen die allerneuesten Leistungen in dem Bilde fehlen.

Eine wertvolle Ergänzung bilden die Anmerkungen *Lindemanns*, namentlich die zahlreichen in ihnen enthaltenen Literaturnachweise.

Felix Auerbach, Jena.

Astronomische Mitteilungen.

Über die beiden neuen Kometen 1913 b und 1913 c liegen verschiedene neue Beobachtungen vor, von denen hier die auf der Hamburger Sternwarte in Bergedorf durch *Dr. Karl Graff* angestellten und in Nr. 4682 der *Astronomischen Nachrichten* mitgeteilten besonders erwähnt seien. Danach zeigt der Metcalfsche Komet (1913 b), der eine starke nordwestliche Bewegung am Himmel aufweist, die Gestalt eines runden, in der Mitte am hellsten aussehenden Nebels ohne eigentlichen Kern, und seine Gesamthelligkeit wird auf Größenklasse 8,5 geschätzt. Einen wesentlich verschiedenen Anblick zeigt dagegen der später entdeckte Komet Neujmin (1913 c), der gleichfalls eine beträchtliche nordwestliche Bewegung am Himmel hat. Dieser Haarstern von der 11. Größenklasse besitzt einen scharfen sternartigen Kern und kennzeichnet sich sofort als Komet durch einen breiten, aber ziemlich zarten Schweifansatz. Damit verlieren endgültig die von einigen Astronomen geäußerten Vermutungen, daß es sich bei dem von *Neujmin* entdeckten Himmelsobjekt nicht um einen Kometen, sondern um einen *Planetoiden* (kleinen Planeten) handelt, jede Bedeutung. Der schwache Schweifansatz des Kometen 1913 c wird jetzt auch nach Beobachtungen auf den Sternwarten Wien und Brüssel (Uccle) bestätigt. Von ganz besonderem Interesse ist eine neue, von Prof. *F. Cohn* (Berlin) durchgeführte Bahnbestimmung des Kometen 1913 c aus drei in Hamburg und Wien angestellten Beobachtungen und unter der Annahme, daß sich dieser Komet mit einem tatsächlich planetenähnlichen Laufe wie ein ganz extremer Planetoid in langgestreckter elliptischer Bahn bewegt. Trotz großer Unsicherheit der Elemente wird durch diese neue Bahnberechnung ein in der Zwischenzeit in Wien beobachteter Kometenort doch mit ausreichender Genauigkeit durch die Rechnung zur Darstellung gebracht. Es scheint, als ob der neue Komet 1913 c in der Tat ein für die Mechanik des Himmels sehr interessantes Gestirn ist, das der Bahnberechnung noch einige wichtige Aufgaben stellt.

Messungen über die Trabanten des Planeten Jupiter teilt Prof. *Barnard* (Chicago) am 40-zölligen Refraktor der Yerkes-Sternwarte, dem größten Linsenteleskop der Erde, in Nr. 637 des *Astrophysical Journal* mit. Danach erscheinen auch die vier hellen, schon von *Galilei* entdeckten Jupitermonde bei genauen Messungen auf dem Himmelsgrunde mit vollkommen kreisförmiger Begrenzung. Dieses Ergebnis ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil von fachmännischer Seite darauf hingewiesen war, daß besonders der erste Jupitermond eine deutliche elliptische Form aufweisen solle. *Barnard* macht darauf aufmerksam, daß bei der Projektion jener Satelliten auf die Jupiterscheibe vielleicht die Begrenzungsform der Trabantenscheiben eine andere sein möchte.

Wie lange konnte der Halleysche Komet bei seiner letzten Erscheinung geschen werden? Diese interessante Frage läßt sich aus der Messungsreihe beantworten, die Prof. *Barnard* an dem 40-zölligen Refraktor der Yerkes-Sternwarte bei Chicago ausgeführt hat und über die in Nr. 643 des *Astrophysical Journal* berichtet wird. Der Halleysche periodische Komet mit seiner Umlaufzeit von rund 76 Jahren um die Sonne erschien bekanntlich das letzte Mal im April 1910 und erregte damals wegen des vermuteten Durchgangs der Erde durch den Schweif jenes Kometen großes Aufsehen. Aus den Barnardschen Messungen am größten Refraktor der Erde folgt nun, daß jener damals als schwache Lichterscheinung, im Gegensatz zu seiner vorletzten Sonnennähe im Jahre 1834 auftretende Halleysche Haarstern noch bis gegen Ende Mai 1911 im größten Fernrohr der Erde sichtbar war. Allerdings stellte der Komet von Mitte April ab schon ein sehr schwieriges Himmelsobjekt für die Fernrohrbeobachtung dar.

Das Thema der *Störungen in der atmosphärischen Refraktion*, eine sehr ernste Fehlerquelle für alle astronomischen Präzisionsmessungen, behandelt Prof. *E. Schlesinger*, der Direktor der neuen Allegheny-Sternwarte in Nordamerika im dritten Bande der Annalen jener Pittsburger Universitäts-Sternwarte. Ausgehend von der Tatsache, daß die Abbildungen der Sterne im Fernrohr häufig während einer Zeitsekunde Deformationen und Schwankungen erfahren, die von ganz schnellen Änderungen der Strahlenbrechung innerhalb der Atmosphäre, selbst bei ganz ausgeglichener Luft in den eigentlichen Beobachtungsräumen, herrühren, wird die Vermutung ausgesprochen, daß es auch Schwankungen der Refraktion von längerer Dauer, etwa von minutlicher Ausdehnung, geben möchte. Schon früher hatten *Nusl* und *Fric* derartige Anomalien in der atmosphärischen Strahlenbrechung untersucht, die z. B. auf die genauen fortlaufenden Messungen zur Bestimmung der Erdachsenschwankung an den internationalen Breitenstationen großen Einfluß ausüben können. Das Verfahren bestand darin, daß zwei vom Polarstern kommende Strahlenbündel, von denen das eine zunächst durch einen Quecksilberhorizont reflektiert, das andere direkt aufgefangen wurde, in demselben Fernrohr mit Anwendung zweier Planspiegel beobachtet werden konnten. Die Entfernung jener beiden Strahlenbündel ist daher eine Funktion der jeweiligen Strahlenbrechungswirkung, und es stellte sich heraus, daß im Verlaufe einer Zeitminute Schwankungen jener Bilddistanz von etwa einer Bogensekunde vorkamen, die eine bei astronomischen Präzisionsmessungen verlangte Genauigkeit von einer zehntel Bogensekunde völlig illusorisch machen würden. Bei der Bedeutung dieser Frage hat nun Prof. *Schlesinger* jene Refraktionsuntersuchungen auf einem anderen und vielleicht noch fehlerfreieren Wege in Angriff genommen. Zu diesem Zwecke wurden die *photographischen Sternspuren* in einem unbeweglich gelassenen (Uhrwerk abgestellt) Fernrohr mit langem Fokus (zur Erlangung einer möglichst ausgedehnten und breiten Sternspur)

aufgenommen. Die Aufnahmen geschahen an dem großen 40-zölligen Refraktor der Yerkes-Sternwarte bei besonders ruhiger Luft, und in der Tat ließ sich die Wirkung der unregelmäßigen Strahlenbrechung sehr deutlich an den wechselnden Konturen der photographischen Sternstriche auf den Platten im Meßmikroskop feststellen. Man erkannte dabei Abweichungen in demselben Sinne bei gleichzeitig aufgenommenen Sternspuren, die im Verlaufe einer ganzen Zeitminute sich ausprägten. Dasselbe Resultat ergaben die photographischen Sternaufnahmen an dem großen 60-zölligen Spiegelteleskop der Yerkes-Sternwarte. Hier liegt also eine äußerst gefährliche Fehlerquelle für astronomische Präzisionsmessungen vor, bei denen etwa die zehntel Bogensekunde verlangt wird, wie z. B. bei allen fundamentalen Messungen am Meridianinstrument oder auch bei den fortlaufenden Breitenbestimmungen zur Ableitung der genauen Bewegung der geographischen Pole auf der Erde. Es folgt hieraus aber auch die Bedeutung der Anwendung photographischer Meßkunst bei diesen astronomischen Präzisionsaufgaben, da bei Ausmessung der photographischen Sternspuren unregelmäßige Refraktionsstörungen leichter erkannt und auch eliminiert werden können als bei visuellen Messungen, die im Moment, also jeweilig plötzlich stattfinden. Aus diesen Gründen, nicht nur zur Eliminierung auch der persönlichen Auffassungsfehler, wäre z. B. die Anwendung der photographischen Breitenbestimmung mit dem photographischen Zenitteleskop, wie sie der Unterzeichnete bereits vor etwa 18 Jahren vorgeschlagen und erprobt hat, von großer Bedeutung. *A. Marcuse.*

Kleine Mitteilungen.

Die Ausnutzung der Abhitze von Gaserzeugungsöfen. Über interessante Versuche, die im Gaswerk Stuttgart in dieser Richtung angestellt wurden, berichtet Regierungsbaumeister *A. Krauß* im *Journal für Gasbeleuchtung* 1913 S. 637. Während bei jeder modernen Dampfkesselanlage durch Einschaltung eines Speisewassererwärmers hinter dem Kessel eine Abkühlung der Rauchgase auf 120—150° herbeigeführt und hierdurch der Schornsteinverlust von 11 % und mehr auf 5—7,5 % herabgesetzt wird, arbeiten die Retortenöfen der Gaswerke heute noch fast ausnahmslos mit Abwärmeverlusten von 23—33 % und ferner mit sehr großen Strahlungsverlusten. Die Wärme der Abgase kann nun in sehr wirtschaftlicher Weise zur Erzeugung von *Warmwasser für Badeanstalten und Schlachthöfe* oder zur Erzeugung von *Niederdruckdampf* für den Betrieb der Ammoniakwasserdestillieranlagen und für die Heizung der Betriebsgebäude ausgenutzt werden. Nach günstig ausgefallenen Versuchen wurde im Gaswerk Stuttgart in einen Retortenofen ein Niederdruckdampfkessel von 16 qm eingebaut, dessen Querschnitte so bemessen wurden, daß die Zugverhältnisse in keiner Weise gestört wurden. Durch umfangreiche Messungen wurde zunächst festgestellt, daß der Gang des Gaserzeugungsofens durch den Kessel in keiner Weise gestört wurde. Die hierauf angestellten Verdampfungsversuche hatten ein sehr günstiges Ergebnis: Die Temperatur der Rauchgase wurde durchschnittlich um 180° in dem Kessel herabgesetzt; pro Quadratmeter Heizfläche wurden 10—12 kg Dampf erzeugt, und es wurden auf diese Weise im Kessel pro Ofentag rund 2,5 Millionen Wärmeeinheiten im Werte von 10,50 M. nutzbar gewonnen. Dieses günstige Ergebnis ist namentlich darauf zurückzuführen, daß der Kessel, dessen Wasser eine Temperatur von nur 108° hat, die strahlende und leitende Wärme des benachbarten, hoch erhitzten Mauerwerks leicht aufnimmt und auf diese Weise große Wärmemengen in dem erzeugten Dampf abgibt. Der Nutzen, der mit diesen Kesseln zu erzielen ist, ergibt sich aus folgender Überlegung: Durch Verwendung eines Speisewassers von 80°, das durch Ausnutzung der strahlenden Wärme der Ofendecke erzeugt werden kann, kann die stündliche Dampferzeugung auf 190 kg oder auf 4500 kg pro Ofentag gesteigert werden. Die Tonne Niederdruckdampf stellt sich bei Stuttgarter Kohlenpreisen auf 2,60 M. Mit 8000 Ofentagen ergibt sich dann ein jährlicher Gewinn von 94 800 M. aus den Abgasen. Für die Ammoniakwasserverarbeitung und für die Heizung der Betriebsgebäude sind jährlich ca. 6.6 Millionen Kilogramm Niederdruckdampf erforderlich. Es stünden demnach für andere Zwecke, wie etwa für die *Energieerzeugung* in einer Abdampf- beziehungsweise Zweidruckturbine, noch zur Verfügung 8000 · 4500 — 6 600 000 gleich 29 400 000 kg. Unter Annahme eines Dampfverbrauchs der Turbine von 12 kg für die Kilowattstunde ließen sich mit dem überschüssigen Dampf noch 2 500 000 Kilowattstunden erzeugen oder, wenn die ganze Dampfproduktion einer Niederdruckturbine zugeführt würde, gar 3 Millionen Kilowattstunden. Die Anlagekosten der Kessel mit allen Leitungen berechnen sich zu etwa 45 000 M. und die direkten Kosten der Anlage pro Tonne Dampf zu 0,138 M. Durch die Erzeugung von Niederdruckdampf in den Öfen wird der Betrieb des Kesselhauses sehr stark entlastet; die Erzeugung von Hochdruckdampf stellt sich bei weitem nicht so günstig. Mittlere und kleine Gaswerke können die von ihnen nicht verbrauchten Wärmemengen an Badeanstalten, Schlachthäuser oder zur Heizung benachbarter Schulen abgeben. In dieser Weise werden viele Städte durch die Ausnutzung der Abgase ihrer Gaserzeugungsöfen das Defizit ihrer Badeanstalten decken können. *S.*

Die Schnelligkeit drahtloser Zeichenübermittlung. Bekanntlich ist nach rein theoretischen Überlegungen die Geschwindigkeit der in der drahtlosen Telegraphie benutzten Wellen gleich der Lichtgeschwindigkeit, d. h. ein von einer Antenne ausgesandtes Zeichen legt in der Sekunde 300 000 km zurück. In der letzten Zeit ist mehrfach der Wunsch ausgesprochen worden, diese Geschwindigkeit direkt im Experiment zu messen. Es hat sich aber gezeigt, daß der praktischen Durchführung dieser Aufgabe beträchtliche Schwierigkeiten im Wege stehen. Da die Schnelligkeit so außerordentlich groß ist, müßten derartige Versuche naturgemäß zwischen zwei Stationen vorgenommen werden, die bei guter Verständigung noch möglichst weit voneinander entfernt sind. Es zeigt sich nun nach einer Überschlagsrechnung von *Ferrié* im Augustheft der Zeitschrift *The Wireless World*, daß die Messung durchführbar ist z. B. zwischen der Eiffelturmstation und der amerikanischen Station in Arlington, die 6000 km voneinander entfernt sind. Die Zeit, die ein von der einen Station ausgesandtes Zeichen gebraucht, um zur anderen zu gelangen, beträgt nur 0,02 Sekunden. Ist es also möglich, eine Methode zu finden, die Zeitvergleichungen bis auf mindestens $^1/_{1000}$ Sekunde ermöglicht, so ließe sich die Messung durchführen. Derartige Methoden sind bekannt und arbeiten nach der Methode der Koinzidenz zweier Pendeluhren, von denen in diesem Fall die eine auf der Sendestation aufzustellen wäre und im Takte des Pendels die Zeichen aussendet, während die zweite auf der Empfangsstation sich befindet und einen Vergleich der ankommenden Zeichen ermöglicht. *P. Lg.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W. 9.